

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL  
CENTRO POBLADO LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA  
DE SHILCAYO**

**PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR: BACH. RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RÍOS**

**ASESOR: DR. ING°. SERBANDO SOPLOPUCO QUIROGA**

**MORALES – PERÚ**

**2,014**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL  
CENTRO POBLADO LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA  
DE SHILCAYO**

**PRESENTADO PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**POR**

**BACH. RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS**

**SUSTENTADO Y APROBADO ANTE EL HONORABLE  
JURADO:**

**PRESIDENTE: ING° MSc ENRIQUE NAPOLEÓN MARTÍNEZ QUIROZ .....**

**SECRETARIO: ING° MSc. JOSÉ EVERGISTO ALARCÓN ZAMORA .....**

**MIEMBRO: ING° CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN .....**

**ASESOR: Dr. ING° SERBANDO SOPLOPUCO QUIROGA .....**

## **DEDICATORIA**

*En primer lugar este trabajo lo dedico a DIOS, porque me dio la oportunidad de estar en esta vida, además por brindarme salud para seguir adelante y obsequiarme una familia maravillosa.*

*En segundo lugar y con mucho cariño lo dedico a mis padres, **ADALBERTO VILLALOBOS RUIZ Y ALMA ROSA RIOS REATEGUI** quienes con su apoyo y comprensión me guiaron para una feliz culminación de mi carrera profesional.*

*Y como olvidar a mis hermanos Henry Fayol Villalobos Ríos, Segundo Adalberto Villalobos Ríos y Karen Mirelly Villalobos Ríos por el apoyo moral constante que me brindaron durante mis años de estudios.*

*Rodolfo Armando Villalobos Ríos*

## **AGRADECIMIENTO**

*Mi agradecimiento a todo el personal docente, administrativo de la Universidad Nacional de San Martín, en especial a los Ingenieros de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura; quienes me brindaron sus conocimientos y enseñanzas, las cuales han contribuido de una manera muy esencial en mi formación profesional.*

*Mi más profundo y sincero agradecimiento a mi Asesor de este trabajo, Dr. Ingeniero Serbando Soplopucó Quiroga por todo su apoyo incondicional brindado, a quien le debo el hecho de que esta tesis sea una realidad.*

*A todos mis compañeros y amigos de esta Casa Superior de Estudios, con quienes compartí muchas experiencias vividas dentro y fuera de las aulas académicas; a todos ellos los tendré siempre presente.*

*Rodolfo Armando Villalobos Ríos*



## INDICE

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE.....	v
RESUMEN EN CASTELLANO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Generalidades.....	1
1.2 Exploración preliminar orientando la investigación.....	2
1.3 Aspectos Generales del Estudio.....	3
1.3.1 Ubicación del Área de Estudio.....	3
1.3.2 Límites del Centro Poblado las Palmas.....	3
1.3.3 Acceso al Área del Proyecto.....	6
1.3.4 Altitud.....	6
1.3.5 Climatología E Hidrología.....	7
1.3.6 Geología.....	8
1.3.7 Topografía del Área de Estudio.....	9
1.3.8 Características Geológicas y Geotécnicas.....	9
1.3.9 Hidrología.....	10
1.3.10 Aspectos Sobre Viviendas.....	10
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 Antecedentes, planteamiento, delimitación y formulación del problema a resolver.....	11
2.1.1 Antecedentes del Problema.....	11
2.1.1 Planteamiento del Problema.....	12
2.1.2 Delimitación del Problema.....	13
2.1.4 Formulación del Problema.....	14
2.2 Objetivos.....	14
2.2.1 Objetivo General.....	14

2.2.2	Objetivo Específicos.....	14
2.3	Justificación de la Investigación.....	15
2.4	Delimitación de la Investigación.....	15
2.5	Marco Teórico.....	16
2.5.1	Antecedentes de la Investigación.....	16
2.5.2	Marco Teórico o Fundamentación Teórica.....	18
2.5.2.1	Suelo.....	18
2.5.2.2	Propiedades Geotécnicas del Suelo.....	19
2.5.2.2.1	Distribución Granulométrica.....	20
2.5.2.2.1.1	Análisis Granulométrico por mallas.....	20
2.5.2.2.1.2	Descripción del Ensayo análisis Granulométrico de suelos por Tamizado.....	21
2.5.2.2.2.3	Procedimiento Para el Análisis Granulométrico por Lavado Sobre el Tamiz de 0,074 (Nº200).....	22
2.5.2.2.2	Contenido de Humedad.....	24
2.5.2.2.2.1	Descripción del Ensayo Contenido de Humedad de un Suelo.....	24
2.5.2.2.2.2	Procedimiento para Determinar el Contenido de Humedad.....	24
2.5.2.2.3	Densidad del Suelo en el Terreno.....	25
2.5.2.2.3.1	Descripción del Método Cono de Arena.....	26
2.5.2.2.3.2	Procedimiento Para Obtener la Densidad de Campo.....	26
2.5.2.2.4	Densidad Relativa.....	29
2.5.2.2.5	Procedimiento Para Obtener La Densidad Mínima.....	30
2.5.2.2.6	Procedimiento Para Obtener La Densidad Máxima.....	30
2.5.2.2.7	Limites de Atterberg.....	31
2.5.2.2.7.1	Limite Líquido.....	31
2.5.2.2.7.1.1	Descripción del Ensayo de Limite Liquido.....	31
2.5.2.2.7.1.2	Procedimiento Para Obtener el Limite Líquido.....	33
2.5.2.2.7.2	Limite Plástico.....	34
2.5.2.2.7.2.1	Descripción del Ensayo de Limite Plástico.....	34
2.5.2.2.7.2.2	Procedimiento Para Obtener el Limite Plástico.....	35
2.5.2.2.7.3	El Límite de Contracción.....	36
2.5.2.2.8	Resistencia al Corte.....	36
2.5.2.2.8.1	Descripción del Ensayo de Corte Directo.....	39

2.5.2.2.8.2	Procedimiento Para Suelos no Cohesivos.....	39
2.5.2.2.8.3	Procedimiento Para suelos cohesivos.....	41
2.5.2.3	Sistema de Clasificación de suelos.....	44
2.5.2.3.1	Sistema AASTHO.....	44
2.5.2.3.2	Sistema Unificado.....	45
2.5.2.4	Fallas por Corte.....	47
2.5.2.5	Teoría de la Capacidad de Carga de Terzagui.....	48
2.5.2.6	Factor de Seguridad.....	49
2.5.2.7	Cohesión.....	50
2.5.2.8	La Teoría de Meyerhof.....	51
2.5.2.9	Estadística Descriptiva E Inferencial.....	52
2.5.2.9.1	Medidas de Tendencia Central.....	53
2.5.2.9.1.1	Media Aritmética.....	53
2.5.2.10	Medidas de Dispersión o de Variación.....	53
2.5.2.10.1	Rango.....	54
2.5.2.10.2	La Varianza.....	54
2.5.2.10.3	La Desviación Estándar.....	54
2.5.2.10.4	Coeficiente de Variación: Dispersión Relativa.....	55
2.5.2.11	Regresión Lineal Simple.....	55
2.5.2.11.1	Coeficiente de determinación.....	56
2.5.2.11.2	La Covarianza.....	56
2.5.2.11.3	El Coeficiente o Índice de Correlación.....	57
2.5.2.12	Regresión Lineal con dos Variables.....	57
2.5.3	Marco Conceptual: Terminología Básica.....	58
2.5.4	Marco Histórico.....	60
2.6	Hipótesis a Demostrar.....	61
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	62
3.1	Materiales.....	62
3.1.1	Recursos Humanos.....	62
3.1.2	Recursos Materiales.....	63
3.1.3	Recursos de Equipo.....	63
3.1.4	Otros Recursos.....	66

<b>3.2 Metodología.....</b>	<b>66</b>
3.2.1 Tipo y Nivel de Investigación, Universo, Muestra, Población.....	67
3.2.2 Sistema de Variables.....	67
3.2.3 Diseño Experimental del Método de la Investigación.....	68
3.2.4 Diseño de Instrumentos.....	68
3.2.4.1 Instrumentos Bibliográficos.....	68
3.2.4.2 Instrumentos de Laboratorio.....	69
3.2.5 Procesamiento de Información.....	70
3.2.5.1 Recopilación de la Información.....	70
3.2.5.2 Reconocimiento de Campo.....	70
3.2.5.3 Trabajos de Campo.....	70
3.2.5.3.1 Excavación de Calicata o Pozo de Exploración.....	71
3.2.5.3.2 Muestreo Disturbado.....	71
3.2.5.3.3 Muestreo Inalterado.....	71
3.2.5.3.4 Registro de Excavaciones.....	71
3.2.5.3.5 Densidad de Campo.....	71
3.2.5.4 Espaciamiento y Características de las Calicatas.....	71
3.2.5.5 Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos.....	73
3.2.5.6 Ensayos Preliminares.....	73
3.2.5.7 Procesamiento de Datos.....	73
3.2.6 Determinación de Parámetros Estadísticos.....	93
3.2.6.1 Calculo de Indicadores Estadísticos Para el Contenido de Humedad.....	93
3.2.6.2 Calculo de Indicadores Estadísticos Para el límite Líquido.....	95
3.2.6.3 Calculo de Indicadores Estadísticos Para el Limite Plástico.....	96
3.2.6.4 Calculo de Indicadores Estadísticos Para el Índice Plástico.....	97
3.2.6.5 Calculo de Indicadores Estadísticos Para el Tamiz N°4.....	98
3.2.6.6 Calculo de Indicadores Estadísticos Para el tamiz N°200.....	99
3.2.7 Determinación de las Constantes del Modelo de Regresión del material arenas.....	101
3.2.7.1 Calculo con el Parámetro del Angulo de Fricción (X1).....	101
3.2.7.2 Calculo con el Parámetro de la Capacidad Portante (Y1).....	102

3.2.7.3	Calculo con los Parámetros Angulo de Fricción (X1) y Capacidad Portante (Y1).....	103
3.2.7.4	Calculo de la Constante b1.....	104
3.2.7.5	Calculo de la Constante b0.....	104
3.2.7.6	Modelo de Regresión Para la capacidad Portante en Relación a la Cohesión y el Angulo de fricción en Material Arenas.....	104
3.2.7.7	Calculo del Coeficiente de determinación $R^2$ .....	105
3.2.8	Determinación de las Constantes del Modelo de Regresión del Material arcilla.....	105
3.2.8.1	Calculo con el Parámetro de la Cohesión (X1).....	105
3.2.8.2	Calculo con el Parámetro del Angulo de Fricción (X2).....	106
3.2.8.3	Calculo con el Parámetro de la Capacidad Portante (Y1).....	107
3.2.8.4	Calculo con los Parámetros Cohesión (X1) y Capacidad Portante (Y1).....	108
3.2.8.5	Calculo con los Parámetros de ángulo de fricción (X2) y Capacidad Portante (Y1).....	109
3.2.8.6	Calculo con los Parámetros de Cohesión (X1) Y Angulo de Fricción (X2).....	109
3.2.8.7	Calculo de la Constante b1.....	110
3.2.8.8	Calculo de la Constante b2.....	110
3.2.8.9	Calculo de la Constante b0.....	111
3.2.8.10	El Modelo de Regresión Para la Capacidad Portante en Relación a la Cohesión y el ángulo de fricción en Material arcillas.....	111
3.2.8.11	Calculo del Coeficiente de Determinación $R^2$ .....	111
3.2.8.11.1	Calculo Para Determinar el STC.....	111
3.2.8.11.2	Calculo Para determinar SCE.....	112
IV.	RESULTADOS.....	114
4.1	Clasificación de Suelos.....	114
4.2	Capacidad Portante.....	120
4.2.1	Resultados de Angulo de Fricción, Cohesión y Capacidad Portante de suelos Arcillosos.....	120

4.2.2 Resultados de Densidades, Angulo de Fricción, y Capacidad Portante de suelos Arenosos.....	121
4.3 Resultados Obtenidos en Base a la Investigación del Proyecto de acuerdo a los Indicadores dela estadística, por sectores.....	122
V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	124
5.1 Análisis de Resultados.....	124
5.1.1 Análisis del Sector I.....	124
5.1.2 Análisis del Sector II.....	125
5.1.3 Análisis del Sector III.....	126
5.1.4 Análisis de Aguas Freáticas.....	127
5.1.5 Análisis Generales de Cimentación Con Respecto al Suelo Estudiado.....	127
5.2 Discusión de Resultados.....	127
5.3 Selección de Alternativas.....	130
5.4 Contrastación de Hipótesis.....	130
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	133
6.1 Conclusiones.....	133
6.2 Recomendaciones.....	134
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	136
VIII. ANEXOS.....	138
Anexo N° 01: Ensayos de Laboratorio Clasificación de Suelos	
Anexo N° 02: Registro de Excavación de las calicatas	
Anexo N° 03: Ensayos de Corte Directo	
Anexo N° 04: Densidades Húmedas de las Calicatas C-4, C-5, C-6, C-9, C-11, C-12	
Anexo N° 05: Panel Fotográfico.	

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA N° 01:</b> Conclusiones del Trabajo de Investigación.....	17
<b>TABLA N° 02:</b> Volúmenes Mínimos del Hoyo de Ensayo Basados en el Tamaño Máximo de la Partícula.....	28
<b>TABLA N°03:</b> Simbología de Suelos.....	46

## INDICE DE CUADROS

<b>CUADRO N°1:</b> Datos del Ensayo Realizado del Contenido de Humedad.....	74
<b>CUADRO N°2:</b> Datos del Ensayo Realizado de Limite Líquido.....	77
<b>CUADRO N°3:</b> Datos del Ensayo Realizado de Limite Plástico.....	80
<b>CUADRO N°4:</b> Análisis Granulométrico de la Calicata C-1, Muestra M-2.....	83
<b>CUADRO N°5:</b> Datos del Ensayo del Laboratorio para Calcular el Contenido de Humedad.....	89
<b>CUADRO N°6:</b> Datos de Campo Para Calcular la Densidad Mínima.....	90
<b>CUADRO N°7:</b> Datos de Campo Para Calcular la Densidad Máxima.....	91
<b>CUADRO N°8:</b> Datos de Laboratorio Para el Cálculo de Parámetros Estadísticos.....	93
<b>CUADRO N°9:</b> Ensayos de Laboratorio Para el Cálculo de las Constantes del Modelo de Regresión del Material arenas.....	101
<b>CUADRO N°10:</b> Ensayos de Laboratorio Para el Cálculo de las Constantes del Modelo de Regresión del material arcillas.....	105
<b>CUADRO N°11:</b> Datos del Trabajo de Investigación Para Determinar el STC.....	111
<b>CUADRO N°12:</b> Datos del Trabajo de Investigación Para Determinar Valores en la Ecuación del Modelo de Regresión del Material arcillas.....	112
<b>CUADRO N°13:</b> Datos del Trabajo de Investigación Para Determinar el SCE.....	113
<b>CUADRO N°14:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-1.....	114
<b>CUADRO N°15:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-2.....	115
<b>CUADRO N°16:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-3.....	115
<b>CUADRO N°17:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-4.....	116
<b>CUADRO N°18:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-5.....	116
<b>CUADRO N°19:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-6.....	117
<b>CUADRO N°20:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-7.....	117
<b>CUADRO N°21:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-8.....	118

<b>CUADRO N°22:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-9.....	118
<b>CUADRO N°23:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-10.....	119
<b>CUADRO N°24:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-11.....	119
<b>CUADRO N°25:</b> Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata C-12.....	120
<b>CUADRO N°26:</b> Resumen de Ensayos de Corte Directo y Capacidad Portante de las Calicatas C-1, C-2, C-3.....	120
<b>CUADRO N°27:</b> Resumen de Ensayos de Corte Directo y Capacidad Portante de las Calicatas C-7, C-8, C-10.....	121
<b>CUADRO N°28:</b> Resumen de Densidades, Angulo de Fricción, y Capacidad Portante de las Calicatas C-4, C-5, C-6.....	121
<b>CUADRO N°29:</b> Resumen de Densidades, Angulo de Fricción, y Capacidad Portante de las Calicatas C-9, C-11, C-12.....	122
<b>CUADRO N°30:</b> Indicadores Estadísticos de las Características del Sector 1, que consta de las Calicatas C-5, C-6, C-7, C-1.....	122
<b>CUADRO N°31:</b> Indicadores Estadísticos de las Características del Sector 2, que consta de las Calicatas C-1, C-2, C-8, C-12.....	123
<b>CUADRO N°32:</b> Indicadores Estadísticos de las Características del Sector 3, que consta de las Calicatas C-3, C-4, C-9, C-10.....	123
<b>CUADRO N°33:</b> Modelo de Regresión Para la Capacidad Portante en relación a la Cohesión y el Angulo de Fricción en Material Arcillas.....	130
<b>CUADRO N°34:</b> Modelo de Regresión Para la Capacidad Portante en relación a la Cohesión y el Angulo de Fricción en Material Arenas.....	131

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA N° 01:</b> Ubicación de la Región San Martín en el Perú.....	04
<b>FIGURA N° 02:</b> Ubicación de la Provincia de San Martín en la Región San Martín.....	04
<b>FIGURA N° 03:</b> Ubicación del Distrito de la Banda de Shilcayo en la Provincia de San Martín.....	05
<b>FIGURA N°04:</b> Ubicación del Centro Poblado Las Palmas en el Distrito de la Banda de Shilcayo.....	06
<b>FIGURA N° 05:</b> Perfil Estratigráfico de una Calicata.....	09
<b>FIGURA N° 06:</b> Juego de Mallas.....	20



<b>FIGURA N° 07:</b> Aparato Manual para Limite Liquido.....	32
<b>FIGURA N° 08:</b> Acanalador de Casagrande y ASTM.....	32
<b>FIGURA N° 09:</b> Falla por Capacidad de Carga en Suelo bajo una Cimentación Rígida Corrida.....	48
<b>FIGURA N° 10:</b> Equipo para Realizar Ensayos de Contenido de Humedad.....	64
<b>FIGURA N° 11:</b> Balanza de Aproximaciones de 0.01g., y 0.1 g.....	64
<b>FIGURA N° 12:</b> Juego de Tamices.....	65

## INDICE DE PLANOS

<b>PLANO N° 01:</b> Ubicación del Área de Estudio.....	U-01
<b>PLANO N° 02:</b> Ubicación de Calicatas.....	UC-01
<b>PLANO N° 03:</b> Capacidad Portante de las Arcillas.....	CP-01
<b>PLANO N° 04:</b> Capacidad Portante de las arenas.....	CP-02

# **ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO**

## **RESUMEN**

El presente trabajo de tesis se ha desarrollado en la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con fines de titulación como Ingeniero Civil, teniendo como punto de trabajo el Centro Poblado Las Palmas, Distrito de la Banda de Shilcayo, provincia y Región San Martín.

La investigación se desarrolló para estudiar, identificar y evaluar los tipos de suelos que existen en el área urbana de dicho Centro Poblado y determinar su capacidad portante, para utilizarlos en la construcción de edificaciones, buscando soluciones prácticas y científicas al problema de edificar sin conocer el real comportamiento del suelo, evitando asentamiento y deterioro de las edificaciones, afectando el ornato y por ende la calidad de vida de los usuarios; entre otros. De manera que se participó activamente en la producción de nuevo conocimiento con fines positivos de la comunidad y la ciencia.

Se aplicaron los conceptos fundamentales requeridos en el Área de Mecánica de Suelos y Geotecnia y utilizando los equipos especiales y accesorios del Laboratorio Referencial de nuestra Universidad se obtuvo la clasificación de los suelos y con ello sus características fundamentales tanto para los arenosos y cohesivos encontrados; en base a la Teoría de Terzaghi y contando con el aporte fundamental de la máquina de corte directo, se obtuvieron los parámetros necesarios del ángulo de fricción ( $\Phi$ ) y la cohesión (C), básicos para determinar la capacidad portante de los suelos en estudio, no habiéndose evidenciado presencia de la napa freática a profundidades de hasta 3 m.

Como logros, se indica que los resultados obtenidos evidencian a todas luces que es posible lograr, a partir de la correcta aplicación de la teoría, estudios y resultados contundentes, que pueden ser presentados como una alternativa técnica para el cálculo de la capacidad portante buscada. La validación de la hipótesis de este trabajo de investigación se logra con el apoyo de la Estadística Inferencial con precisión del 5%, que indica que los valores de capacidad portante de los suelos estudiados son altamente significativos y nos permite afirmar que son seguros para cimentar edificaciones, favoreciendo el crecimiento y desarrollo urbano y, conscientes de nuestra responsabilidad social como parte integrante de la Universidad Nacional de San Martín, estamos contribuyendo a solucionar la problemática así como al desarrollo económico y social de esta comunidad, y por ende de nuestra Patria, además de conseguir que nuestros conocimientos sean puestos en práctica y desarrollar nuestro sentido profesional de la carrera.

**El Autor.**

# **STUDY SOIL BEARING CAPACITY OF PALMS CENTER VILLAGE, DISTRICT BAND SHILCAYO**

## **ABSTRACT**

This thesis has been developed in the Academic Professional School of Civil Engineering, Faculty of Civil Engineering and Architecture, National University of San Martin - Tarapoto, for purposes of certification as a Civil Engineer, with the working point the Town Centre Las Palmas, District Shilcayo province and San Martin Region.

The research was conducted to study, identify and evaluate soil types that exist in the urban area of the Town Centre and to determine their bearing capacity, for use in the construction of buildings, looking for practical and scientific solutions to the problem of building without knowing the Real soil behavior, settlement and avoiding deterioration of buildings, affecting the ornament and therefore the quality of life of users; among others. So is actively involved in the production of new knowledge for positive purposes of the community and science.

Fundamental concepts required in the area of Soil Mechanics and Geotechnical and using special equipment and accessories Referential Laboratory of our University were applied soil classification was obtained and thereby its fundamental characteristics for both sandy and cohesive found; based on the theory of Terzaghi and with the fundamental contribution of the direct shear machine , the required parameters of friction angle ( $\Phi$ ) and cohesion (C) , basic were obtained to determine the bearing capacity of soils under study , not having shown the presence of the water table at depths up to 3 m.

As achievements, indicated that the results obtained show clearly that is possible, from the correct application of the theory, research and convincing results, which can be presented as an alternative technique for calculating the desired bearing capacity. The validation of the hypothesis of this research is accomplished with the support of Inferential Statistics with accuracy of 5%, indicating that the values of bearing capacity of the soils studied are highly significant and allows us to affirm that are sure to cement buildings vegetative growth and urban development and aware of our social responsibility as part of the National University of San Martin, we are helping to solve the problems and to economic and social development of the community, and therefore of our country, as well to ensure that our knowledge is put into practice and develop our sense of professional career.

**The Author**

# **I.INTRODUCCIÓN**

Sabemos que toda obra de ingeniería civil se cimienta sobre el suelo, el cual, a diferencia de otros materiales de construcción, no tiene definidas sus propiedades y características, variando de una zona a otra. El suelo es parte fundamental en el comportamiento de la estructura, por ello es necesario conocer este comportamiento así como las propiedades y demás condiciones que influyen en la seguridad de la estructura, de manera que de nada sirve haber logrado un buen diseño estructural si se desconocen o se ignoran las propiedades y características del suelo donde van a ser cimentadas o construidas. Las diversas estructuras pueden ser edificaciones, puentes, carreteras, obras de saneamiento, entre otras, pero requieren conocer el comportamiento del suelo

## **1.1 GENERALIDADES**

Por ello, un trabajo de investigación sobre el suelo con fines de edificación de obras civiles, requiere seguir una metodología muy precisa. Un adecuado estudio de Mecánica de Suelos sobre el cual se pretende realizar una construcción al ingeniero le facilita recopilar los datos necesarios para determinar el tipo y diseño más apropiado y económico de la cimentación, siendo una garantía previa a la buena edificación.

La determinación de la resistencia o capacidad portante para prever su comportamiento en el tiempo una vez cargado, requiere conocer ciertos datos, que se pueden obtener a partir de los estudios en el laboratorio mediante la obtención de las muestras que se toman en los sondeos de campo. Es obvio, que algunos resultados que se obtienen por el muestreo de pozos a cielo abierto, difieren un poco de las propiedades del suelo (laboratorio), ya que se alteran sus condiciones por el manejo y transporte. De esto se deriva la necesidad de usar factores de seguridad, con los que se obtienen resultados satisfactorios.

La capacidad de carga depende del tipo de suelo (gravas, arenas, limos, arcillas o combinaciones de ellas), de las características de la cimentación y de la

estructura, y del coeficiente de seguridad adoptado. El conocimiento de la presencia o ausencia del nivel de las aguas freáticas (NAF) es muy importante porque cambia las condiciones de resistencia.

Por ser el suelo un material natural, sus propiedades no son controlables y son más difíciles de determinar con precisión. Además, la respuesta de la mayoría de los suelos bajo carga es no lineal desde los niveles bajos de esfuerzos y se modifican en forma importante con el tiempo. Esta distribución de esfuerzos entre el suelo y la cimentación depende de la interacción entre ambos sistemas.

## 1.2 EXPLORACIÓN PRELIMINAR ORIENTADO A LA INVESTIGACIÓN

Para abordar el tema de estudiar la capacidad portante de un determinado suelo, es necesario ir en busca de fuentes existentes sobre estudio de mecánica de suelos que se hayan publicado como texto o revisar trabajos elaborados para obras que los tengamos a la vista. Revisando bibliografía, se conoce lo siguiente: **Juárez Badillo – Rico Rodríguez<sup>1</sup>** (1984), señala que *“los suelos son el más viejo material de construcción y el más complejo. Su variedad es enorme y sus propiedades variables en el tiempo y espacio son difíciles de entender y de medir. A pesar de esto, antes del siglo XX no se hizo esfuerzo serio para atacar científicamente el estudio de la mecánica de suelos”*.

Asimismo, el profesor **Terzaghi<sup>2</sup>** en alguna ocasión dijo *“que la ciudad de México es el paraíso de la Mecánica de Suelos. La naturaleza del sub suelo en nuestra capital ha sido causa de dolores de cabeza de los ingenieros y constructores de todos los tiempos. Desde los aztecas hubo fracasos debido a la baja resistencia del sub suelo mexicano; y los españoles tuvieron grandes dificultades para construir los monumentos coloniales que nos legaron. Pero si los ingenieros de los pueblos más adelantados del mundo no se ocuparon científicamente de los suelos hasta hace 50 años, los mexicanos no, lo hicimos hasta 25”*.

---

<sup>1</sup> Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Fundamentos de la Mecánica de Suelos, pág. 13

<sup>2</sup> Juárez Badillo y Rico Rodríguez, Fundamentos de la Mecánica de Suelos, pág. 17

Por ello, **Juárez Badillo – Rico Rodríguez<sup>3</sup>** (1984) indican que *“sin duda el gran mérito de Terzaghi como iniciador y orientador de la Mecánica de Suelos, consiste en su continuado y sistemático esfuerzo por darle a ésta una fundamentación empírica que haga concordantes los conocimientos adquiridos con la realidad de las obras. Es en gran parte por su influencia por los que los métodos de investigación de laboratorio figuran en la rutina de mecánica de suelos quizá en mayor proporción que en ninguna otra parte de la ingeniería civil. Semejante criterio debe verse como decisivo, pues en los suelos se tienen no solo los problemas soslayados para acero y concreto, y exagerados por la mayor complejidad del material, sino otros emanantes de su tremenda variabilidad y del hecho de los procesos naturales que producen los suelos están totalmente fuera de control del ingeniero, a diferencia relativamente, de los procesos industriales que producen los restantes materiales de construcción”*.

### **1.3 ASPECTOS GENERALES DEL ESTUDIO**

#### **1.3.1 Ubicación del Área en Estudio**

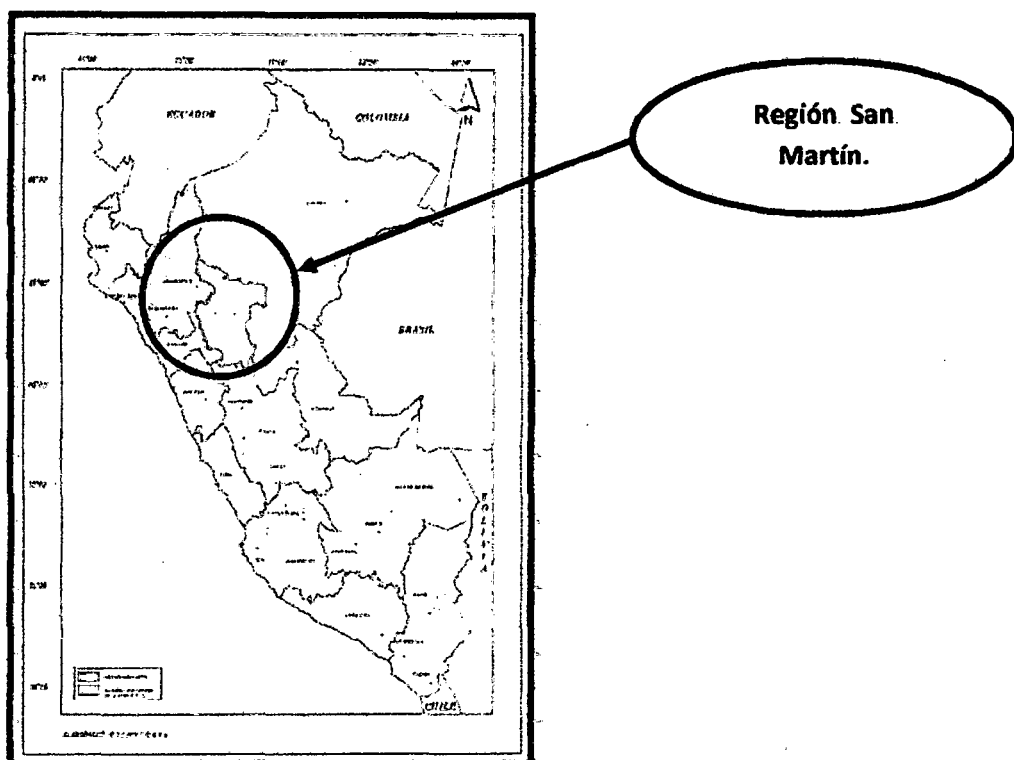
- Departamento : San Martín
- Provincia : San Martín
- Distrito : Banda de Shilcayo
- Localidad : Las Palmas

#### **1.3.2 Límites del Centro Poblado las Palmas**

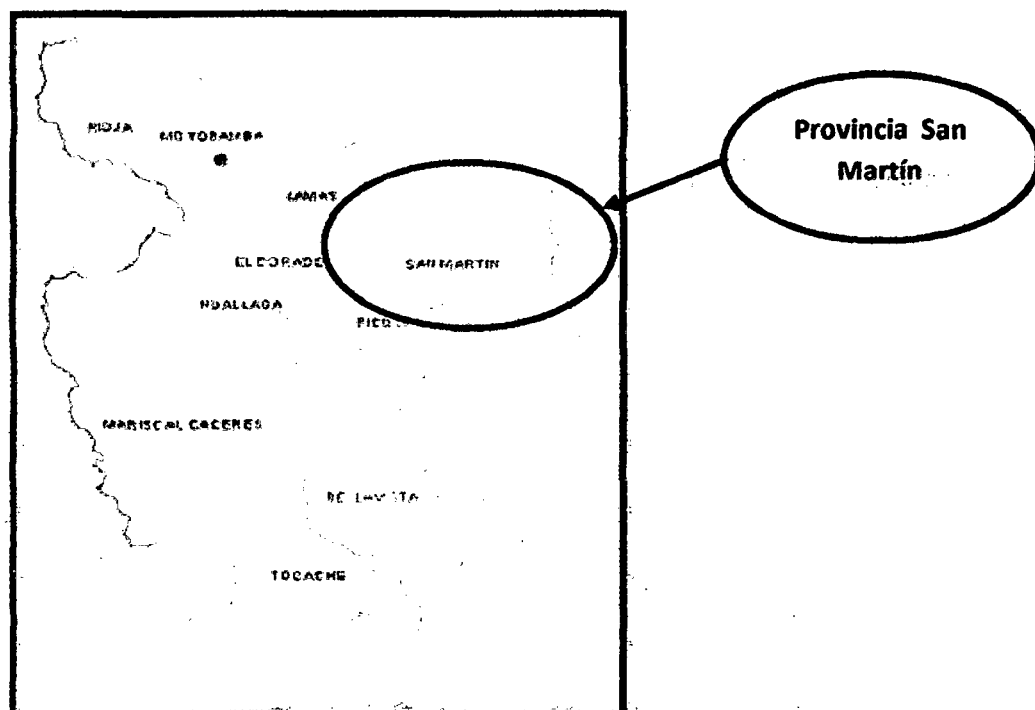
- Por el Norte con el Distrito de la Banda de Shilcayo
- Por el Sur con el Caserío Santa Rosa
- Por el Este con los caseríos la Unión y Bello Horizonte
- Por el Oeste con el Distrito de la Banda de Shilcayo

---

<sup>3</sup> Juárez Badillo. Rico Rodríguez. “Fundamentos de la Mecánica de suelos 1984”, pág. 29



**Figura 01:** Ubicación de la Región San Martín en el Perú.

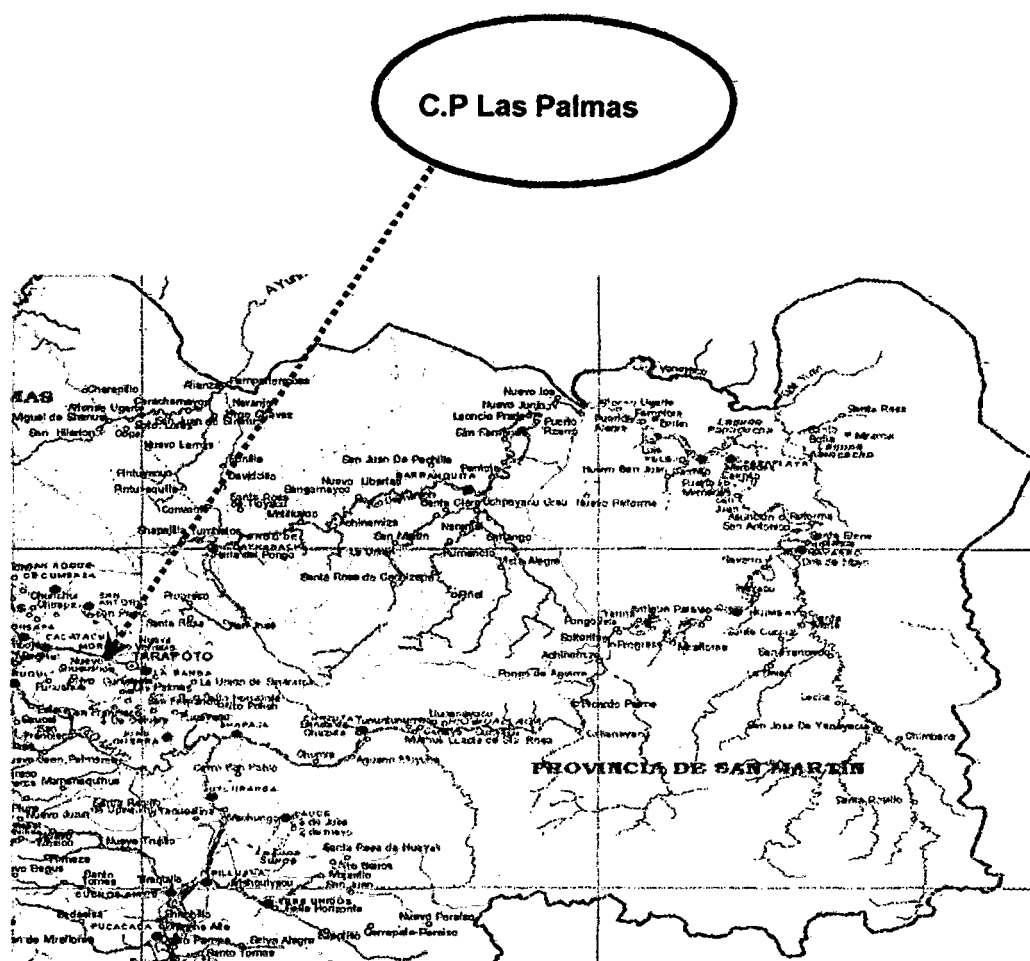


**Figura 02:** Ubicación de la Provincia San Martín en la Región San Martín.

044 0142 104







**Figura 04:** Ubicación del Centro Poblado Las Palmas en el Distrito de La Banda De Shilcayo

### 1.3.3 Acceso al Área del Proyecto

Para acceder a la Localidad de Las Palmas desde la ciudad de Tarapoto, se debe seguir con dirección Sur, a través de la carretera asfaltada Fernando Belaunde Terry - Kilómetro 3.

### 1.3.4 Altitud

En la visita de campo que se ejecutó, se hizo una georreferenciación de la zona de estudio obteniendo una altitud de 340 m.s.n.m., ubicándose en zona de Selva Alta. Dato medido con un G.P.S. Navegador.

### **1.3.5 Climatología e Hidrología**

**Jiménez Flores<sup>4</sup>** (2010), indica que la mayor cantidad de datos, deriva de los datos recogidos en las estaciones hidro-meteorológicas del SENAMHI (El porvenir, Tarapoto, y otros).

#### **Clima**

El clima es uno de los principales factores que condicionan las costumbres de las poblaciones. El clima predominante de la zona de estudio es cálido y semi seco, sin exceso de agua durante el año y con una concentración térmica normal en verano.

#### **Precipitación**

El promedio de precipitación pluvial total anual de ese tipo climático, varía entre los 1000 y 1400 mm., con promedio de 1200 mm. En general, las mayores precipitaciones se presentan en los meses de Octubre, a veces en el mes de Setiembre y Abril, siendo Marzo el que registra el valor más elevado. El número de días de lluvia a lo largo del año en esta zona, varía entre 88 y 116. El número de días de lluvia al mes, varía entre un mínimo de 6 y un máximo de 13. Finalmente, el promedio de precipitación por día de lluvia varía entre un mínimo de 9 mm Y un máximo de 13 mm; sin embargo los registros de precipitación máxima en 24 horas alcanza valores que oscilan entre 87 mm y 170 mm. Siendo la precipitación media anual en la ciudad de Tarapoto de 1200 mm.

#### **Temperatura**

Las temperaturas que corresponden a este tipo climático (elaborado en base a la información de las estaciones de Tarapoto y El Porvenir) fluctúan entre 24.8°C y 26.5°C; esta temperatura es en general mayor en el sector bajo y va disminuyendo aguas arriba del río Cumbaza. El sector más cálido está representado por la estación de Tarapoto, donde los promedios anuales más altos de temperatura alcanzan valores entre 27.1°C

---

<sup>4</sup> Jiménez Flores, Jorge Fernando, Tesis "Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo", pág. 3

(Diciembre) y 27.3°C (Diciembre y Enero) respectivamente, siendo su oscilación media anual muy estrecha, que alcanza valores entre 1.5°C y 1.9°C a lo largo del año. La ciudad de Tarapoto presenta una temperatura máxima de 35°C, y la temperatura mínima registrada es de 13.3°C, con un promedio de 26.2°C.

### **Vientos**

Este factor climático presenta una característica especial dentro de la zona en estudio: La estación de Tarapoto, registra un viento persistente de dirección Norte de velocidad media de 3.2 Km/hora y, en menor porcentaje de dirección Sur con velocidad media de 6.3 Km/hora, durante todo el año. No se descarta, la ocurrencia esporádica de vientos fuertes y acompañados por fuertes precipitaciones, de consecuencias funestas.

### **Humedad Relativa**

La estación de Tarapoto tiene los promedios más bajos: 77%; mientras que la estación de El Porvenir registra los valores más altos: 80% a 86%.

## **1.3.6 Geología**

INDECI<sup>5</sup> (2010), indica que la estratigrafía de las zonas de Tarapoto, Morales y La Banda de Shilcayo está comprendida en la era cenozoica y en el sistema cuaternario, la cual está formada por depósitos aluviales, fluviales, talud de escombros y suelos residuales, compuestas por limos, arcillas, y gravas inconsolidados. Los depósitos aluviales están constituidos principalmente por bloques de arenisca, cuyas aristas desgastadas son muestra de su resistencia a la meteorización y disgregación; generalmente englobadas o rellenas de una matriz areno-limosa, limo arcilloso no plástica a baja plasticidad, que en conjunto se pueden constituir en buenos acuíferos o reservorios de aguas subterráneas. Los depósitos residuales son de naturaleza arcillosa, arcillo-arenosa, areno limosa, de colores

---

<sup>5</sup> INDECI, Estudio "Mapa de Peligros de las ciudades de Tarapoto, Morales y la Banda de Shilcayo", pág.15

marrón rojizo a amarillento, cuya potencia (espesor) es variable alcanzando los 20 m. Sobre todo en las rocas.

### **1.3.7 Topografía del Área de Estudio**

El área de estudio, es de topografía con pequeñas irregularidades (*Saturación del suelo por precipitación, arrastre de sedimentos por escorrentía*) por los diferentes formaciones geológicas de la zona, gran parte del tramo es de topografía plana, el relieve topográfico se presenta sin depresiones abruptas con pequeños desniveles locales que permiten la lenta evacuación de las aguas provenientes de las precipitaciones pluviales que se producen en la zona en época de lluvia

### **1.3.8 Características Geológicas y Geotécnicas**

Las condiciones geológicas y geomorfológicos no son las más difíciles si no las normales de la región, donde no hay estructura geológica que amenace la estabilidad de las obras del proyecto, solo aquellas ligadas a los sismos como son fallas regionales que existen en la cuenca de la faja sub. Andina. Además presenta un tipo de suelo orgánico una capacidad portante según análisis de suelos que es parte del presente proyecto de investigación. Además el área no presenta fallas geológicas como desmoronamiento de taludes, agrietamientos, etc. Ni tampoco está sometido a invasiones geológicas.



**FIGURA Nº 05: Perfil estratigráfico de una calicata.**

La geomorfología de la zona del estudio, se caracteriza por presentar áreas con pendientes suaves a casi planas (0-5%), constituyendo la zona no inundable. Esta zona se encuentra muy próxima a un área de pendiente moderada (5-20%) situada al Este, en donde se desarrollan las ciudades de Tarapoto, la Banda de Shilcayo y Morales. La característica antes mencionada y la topografía existente condicionan que la zona especificada del estudio sea un área de drenaje regular, encontrándose el nivel freático existente en la ciudad de Tarapoto.

El principal agente geomorfológico modelador del relieve lo constituye el río Cumbaza y las condiciones meteorológicas existentes, al actuar sobre terrenos relativamente susceptibles a la erosión han dado las características fisiográficas actuales.

#### **1.3.9 Hidrografía**

En la visita de campo que se realizó, los pobladores nos manifestaron que su principal quebrada es el Ahuashiyacu, siendo una quebrada que abastece de recursos hídrico para el consumo humano de animales y para la agricultura. Existe la vertiente del Mishquiyacu, está quebrada abastece de agua solamente para el consumo humano, ya que de esta vertiente abastece el sistema de agua potable para el Centro Poblado. Otro de los ríos también importante es el Cumbaza esto se ubica en la parte baja.

#### **1.3.10 Aspectos Sobre Viviendas**

Según la visita de campo que se ejecutó, las edificaciones son de adobe y tapial en un 74.69 %, seguida de ladrillo 19.45%, con cobertura de calamina en un 54.32% y palma en un 30%.

Asimismo los pisos de las viviendas en la Localidad en su mayoría son de tierra y de cemento, existiendo algunas de material noble.

## **II.MARCO TEÓRICO**

### **2.1 ANTECEDENTES, PLANTEAMIENTO, DELIMITACIÓN Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA A RESOLVER**

#### **2.1.1 Antecedentes del Problema**

En la Provincia de San Martín, el Distrito de la Banda de Shilcayo, por su ubicación geográfica, es una de las ciudades de la selva peruana que tiene una fuerte migración en comparación con otras ciudades de esta parte de la Selva Norte, y en el Centro Poblado las Palmas se está construyendo planes de vivienda, mostrándose muy atractiva para las poblaciones migrantes a establecerse y motivando a crear áreas de expansión urbana por parte de las autoridades y empresas privadas han visto al Centro Poblado las Palmas como una oportunidad de construir urbanizaciones amparadas en programas de construcción de viviendas por parte del gobierno central.

Toda obra de construcción civil, por pequeña o grande que sea, la estructura se inicia y apoya teniendo siempre como medio de fundación un suelo.

En el desarrollo de un proyecto de construcción, el estudio de los suelos es muy importante porque en él radica conocer si el suelo será capaz de soportar las cargas de las construcciones, iniciándose con la cimentación que es la parte conocida como infraestructura que se colocará por debajo de la superficie del terreno y que transmitirá las cargas al suelo.

Antes los problemas de mecánica de suelos se resolvían en forma empírica o por tanteos, dejando de lado los estudios primordiales de Mecánica de Suelos con el fin de abaratar los costos, trayendo como consecuencias el riesgo de seguridad en las edificaciones.

Hoy en día existen Laboratorios experimentados de Mecánica de Suelos para todo tipo de investigación y estudios.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente señaladas, se ha tomado la decisión de realizar el presente trabajo de investigación a fin de conocer los valores de capacidad portante de los suelos, cuyos resultados son de suma importancia para la construcción de nuevas edificaciones.

### **2.1.2 Planteamiento del Problema**

Se identificó la problemática por la cual atraviesa el centro Poblado Las Palmas con relación al tipo de suelo que se presenta en ciertas zonas, por lo que es necesario definir específicamente lo que sucede en el lugar, de manera que a partir de un estudio investigativo se podrá establecer cuáles son los verdaderos parámetros que se deben considerar para edificar en forma segura. De hecho, hacer la investigación permitirá obtener resultados que se convertirán en un aporte a favor del conocimiento y que más adelante podrán tomarse en cuenta cuando se requiere de la construcción de una obra civil (viviendas, edificaciones, puentes, carreteras y otros). Dentro de este planteamiento, el problema será conocido y como solución favorable, se podrá considerar varios aspectos generales de ejecución, tales como:

- **Planos del proyecto:** representan los requisitos básicos para establecer lo que se quiere construir, donde se va a construir y la magnitud lo que vamos a realizar. De tal forma, obtenemos la relación Suelo-Estructura, definiendo lo que necesitamos como soporte estructural y posibles alternativas de solución.
- **Estudios de suelos:** en la construcción de una obra, es importante determinar y conocer el tipo de suelo donde se realizará la edificación, ya que el éxito de una obra comienza desde sus cimientos. De tal forma se hace necesario identificar si el suelo donde se realizará construcción es el adecuado y reúne las condiciones óptimas para soportar las cargas a las que estará sometida.
- **Alternativas de solución:** cuando se tengan problemas con el tipo de suelo encontrado en el lugar, y no reúna las condiciones favorables y económicas

para la construcción, es necesario conocer las distintas alternativas de solución para lograr una buena edificación. Se elegirá de esta manera una solución económica, favorable, que cumpla con los requisitos mínimos y con las Normas de calidad exigidas internacionalmente como: ASTM, AASHTO, ACI, etc.

Con relación a lo antes mencionado, es importante establecer lo que debemos hacer cuando se tienen estratos de suelos saturados, poco saturados, compresibles (baja capacidad de carga para un buen soporte).

Desconociendo los estudios de suelos en la zona donde se ubicará la investigación, llegamos al planteamiento del problema que se ha investigado, bajo la denominación siguiente: ***“Estudio de la Capacidad Portante de los Suelos del Centro Poblado Las Palmas, Distrito de La Banda de Shilcayo”***, el mismo que se inserta dentro de los problemas de la construcción (viviendas, edificaciones) en dicho Centro Poblado.

Para responder al problema planteado, es necesario tener un conocimiento de las propiedades mecánicas de los suelos los estudios realizados en el lugar y sus respectivas recomendaciones a partir de los resultados obtenidos por el laboratorio.

### **2.1.3 Delimitación del Problema**

En esta investigación, para abordar el problema se presentan las siguientes delimitaciones.

- El estudio se realizará en el Centro Poblado Las Palmas, distrito de la Banda de Shilcayo, provincia de San Martín, Región de San Martín.
- Sólo se realizaron 04 calicatas por sector en el Centro Poblado Las Palmas.
- El estudio se realizó en 03 sectores del Centro Poblado Las Palmas.



#### **2.1.4 Formulación del Problema**

De acuerdo hasta lo planteado aquí, y considerando que debe darse una respuesta para resolver este problema, nos hacemos la siguiente interrogante:

**¿De qué manera influirá la realización de Estudios de Mecánica de Suelos y determinación de la capacidad portante en la construcción de edificaciones en el Centro Poblado las Palmas?**

### **2.2 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS**

#### **2.2.1 Objetivo General**

- Efectuar el estudio de la capacidad portante de los suelos del Centro Poblado las Palmas, Distrito de la Banda de Shilcayo, con fines de cimentación.

#### **2.2.2 Objetivos Específicos**

- Efectuar la planificación en el terreno para determinar la ubicación de los pozos de sondaje (calicatas) de la obtención de muestras.
- Efectuar las excavaciones en los lugares determinados y obtener las muestras en forma cuidadosa, de acuerdo con lo establecido en las normas existentes al respecto.
- Realizar el Estudio de Mecánica de Suelos en todas las muestras obtenidas, elaborando cuadros de resultados.
- Efectuar el análisis de los resultados obtenidos que permitan determinar la capacidad portante de los suelos en estudio.
- Elaborar un mapa de capacidad portante de los suelos, según los resultados obtenidos en el Centro Poblado las Palmas.

## **2.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En los últimos años, la Región San Martín, y enfocándonos en nuestra área de estudio, ha tenido un desarrollo considerable en sus actividades tales: habitacional, construcciones y otros rubros.

Es por tal motivo por el cual se desarrolló el presente proyecto de tesis a fin de contribuir técnicamente a la determinación más adecuada de la capacidad portante de un suelo para una adecuada cimentación.

En distintos casos las construcciones están realizadas con cimentaciones superficiales, debido al tipo y magnitud de la estructura que se ha realizado, por ejemplo: casas habitacionales, locales comerciales, restaurantes y otros.

Actualmente no existe en el Centro Poblado Las Palmas, resultados de Estudios de Mecánica de suelos que sirvan de referencia para utilizar en el diseño de las cimentaciones en los suelos existentes, resultando entonces que para la realización de este tipo de investigación es necesario un interés académico o institucional.

Por las razones anteriores es necesario realizar un estudio de tesis profesional que haga una recopilación de resultados de laboratorio actualizados y que brinde alternativas de solución de cimentaciones en base a la estratigrafía encontrada, generando de esta manera un aporte técnico que sirva a la sociedad como un apoyo para la construcción de fundaciones.

## **2.4 DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación se ha concentrado en el estudio de la capacidad portante únicamente del Centro Poblado las Palmas limitándose solo a realizar el trabajo de investigación en áreas urbanas y de expansión urbana donde se están concentrando en los últimos años los mayores asentamientos poblacionales a causa del fenómeno migratorio que está sucediendo en áreas

de la parte céntrica del Centro Poblado Las Palmas. No participan del presente estudio partes aledañas ubicadas en los alrededores de las áreas mencionadas así pertenezcan al centro Poblado las Palmas.

## **2.5 MARCO TEÓRICO:**

### **2.5.1 Antecedentes de la Investigación**

Para la elaboración del estudio de los suelos del Centro Poblado Las Palmas, contamos como antecedentes con los estudios similares realizados en diferentes zonas con características similares los cuales detallamos a continuación:

**Braja M. Das**<sup>6</sup> (2001), publicó el texto "Principios de la Ingeniería de Cimentaciones" cuarta edición, que, se proyectó como un texto para alumnos de ingeniería civil, para conocer los conceptos fundamentales del análisis y diseño de cimentaciones.

**Juárez Badillo – Rico Rodríguez**<sup>7</sup> (1984), publicó el texto "Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos", con el propósito que quede definido claramente en el alumno un texto que lo ayude en el recorrido de un camino que, empezando el tercer año de su carrera, pudiera llevarlo a una especialización tan fascinadora como la Mecánica de Suelos te ofrece.

**INDECI – PNUD PER/02/051 CIUDADES SOSTENIBLES**<sup>8</sup> (2010), realizó el estudio: "Mapa de Peligros de las Ciudades de Tarapoto, Morales y la Banda de Shilcayo" logrando un aporte muy importante que permitirá al Gobierno Regional y Local, prioricen los Recursos orientados a la ejecución de labores sociales, educativas y de obras, que permitan al habitante conocer y enfrentar los fenómenos naturales en condiciones menos vulnerables.

---

<sup>6</sup> Braja M. Das "Principios de la Ingeniería de Cimentaciones", 2001

<sup>7</sup> Juárez Badillo-Rico Rodríguez "Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos", 1984

<sup>8</sup> INDECI, Estudio "Mapa de Peligros de las Ciudades de Tarapoto, Morales, y la Banda de Shilcayo", 2010

Otra contribución muy importante fue la elaboración de un mapa de peligros de las ciudades Tarapoto, Morales y Banda de shilcayo, en base a las características geológicas, geomorfológicas, geotécnicas, sísmicas, climatológicas e hidrológicas del área de estudio.

**José Luis Lara Montani**<sup>9</sup> (1991), desarrollo en la U.N.I su tesis de grado denominada "Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Moyobamba, Rioja, Soritor", efectuando aportes importantes, los mismos que se detallan en la tabla N° 01.

**Tabla N° 01: Conclusiones del Trabajo de Investigación**

Zona	Suelo Predominante	Qad (kg/cm2)	N.F.	Ts	Condición
I	CH-CL	1-1.5	> 0.6	0.35-0.4	Habitable
II	CL-SC	0.5-1		0.4-0.5	
III	SC-SM	< 0.5			
IV	SC-SM	—	> 0.6	—	Crítica
V	SM	< 0.2	< 0.5	0.45-0.55	

**Fuente:** José Luis Lara Montani

El Bachiller **Raúl Córdova Flores**<sup>10</sup> (2010), presentó el Informe de Ingeniería: "Metodología para la Determinación de la Capacidad Portante del Suelo para la Cimentación del Proyecto de la I.E N° 101 Luis Walter Alvarado Bartra – Chazuta", logrando determinar las excentricidades en las cuales se pudo comprobar que esto no afectaba en la determinación de la capacidad portante ya que estas resultaron ser valores muy pequeños; además con los datos obtenidos del Estudio de Suelos se logró determinar que la capacidad de carga admisible resultaron ser óptimas, al cumplir que la carga admisible sea a la carga de servicio.

<sup>9</sup> Lara Montani, José Luis, tesis de Grado: " Microzonificación Sísmica de las Ciudades Moyobamba, Rioja Zoritor"

<sup>10</sup> Córdova Flores, Raúl, Informe de Ingeniería: "Metodología para la Determinación de la Capacidad Portante del Suelo para la Cimentación del Proyecto de la I.E N° 0101 Luis Walter Alvarado Bartra - Chazuta"

El Bachiller **César Augusto Rocha Sandoval**<sup>11</sup> (2010), desarrolló la Tesis: "Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de Morales", logrando elaborar un Mapa de Zonificación de la Capacidad Portante y del tipo de Suelos del Distrito de Morales".

El Bachiller **Jorge Fernando Jiménez Flores**<sup>12</sup>(2010), desarrolló la tesis "Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo" , logrando elaborar un Mapa de Zonificación de la Capacidad Portante y del tipo de suelos del Distrito de la Banda de Shilcayo, en base a sus características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas.

El Bachiller **José Ronal Herrera Delgado**<sup>13</sup> (2010), presento un informe de ingeniería "Metodología para la Determinación de la Capacidad Portante del suelo para la Cimentación de una vivienda Unifamiliar, en la cual se pudo comprobar que las excentricidades no afectaba a la determinación de la capacidad portante ya que estas resultaron ser valores muy pequeños; además con los datos obtenidos del estudio de la mecánica de suelos se logró determinar que el terreno en el cual se va cimentar es de tipo arena arcillosa.

## **2.5.2 Marco Teórico o Fundamentación Teórica de la Investigación.**

### **2.5.2.1. Suelo.**

**Braja M.DAS.**<sup>14</sup> (2001) indica que *"la mayoría de los suelos que cubren la tierra están formados por el intemperismo de varias rocas"*. Existen dos tipos generales de intemperismo:

**a) El Intemperismo Mecánico.-** Es el proceso por el cual las rocas se fracturan en piezas de menor tamaño bajo la acción de fuerzas físicas, así

---

<sup>11</sup> Rocha Sandoval, César Augusto, Tesis: "Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo del Distrito de Morales"

<sup>12</sup> Herrera Delgado, José Ronal, Informe de ingeniería "Metodología para la Determinación de la Capacidad Portante del suelo para la Cimentación de una Vivienda Unifamiliar"

<sup>13</sup> Jiménez Flores, Jorge Fernando .Tesis "Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo del Distrito de la Banda de Shilcayo"

<sup>14</sup> Braja M. Das, "Principios de la Ingeniería de la Cimentaciones", pág. 79

como la corriente de agua de los ríos, vientos, olas oceánicas, hielo glacial, acción de congelamiento, además de expansiones y contracciones causadas por ganancia y pérdida de calor.

El suelo producido por el intemperismo de rocas llega a ser transportado mediante procesos físicos a otros lugares. Esos depósitos se llaman “*Suelos Transportados*”.

Según sea el agente de transporte, los suelos transportados pueden subdividirse en tres categorías principales:

- 1.) Aluviales o Fluviales: Son depositados por corriente de agua.
- 2.) Glaciales: Depositados por la acción de los glaciares.
- 3.) Eólicos: Depositados por la acción del viento.

**b) El Intemperismo Químico.-** Es el proceso de descomposición química de la roca original, los suelos permanecen donde se forman y cubren la superficie rocosa de la que se originan y se les conoce como “*Suelos Residuales*”.

La naturaleza de un depósito de Suelo Residual dependerá generalmente de la roca madre.

#### **2.5.2.2. Propiedades Geotécnicas de los Suelos.**

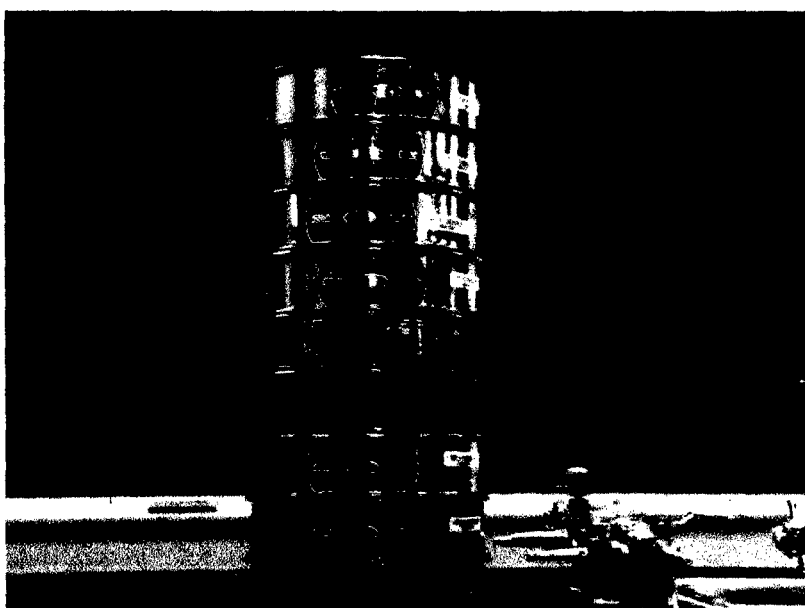
**Braja M. Das.<sup>15</sup>** (2001), Indica que “*las propiedades geotécnicas del suelo, como la distribución del tamaño del grano, la plasticidad, la comprensibilidad y la resistencia por cortante, son necesarias para el cálculo de la resistencia del terreno y para estimar el comportamiento que tendrá al transcurrir el tiempo, y pueden ser determinados mediante apropiadas pruebas de laboratorio o por ensayos hechos en el lugar a cimentar*”. Entre las principales propiedades tenemos:

---

<sup>15</sup> Braja M. Das, “ Principios de la Ingeniería de la Cimentaciones” pág. 1

#### **2.5.2.2.1. Distribución Granulométrica.**

**Braja M. Das.**<sup>16</sup> (2001), indica que *“en cualquier masa del suelo, tamaño de los granos varían considerablemente. Para clasificar apropiadamente un suelo se debe conocer su Distribución granulométrica. La distribución granulométrica de suelos de grano grueso es generalmente determinada mediante análisis granulométricos por mallas. Para suelo de grano fino, la distribución granulométrica puede obtenerse por medio del análisis granulométrico por hidrómetro”*.



**Figura N° 06: Juego de mallas**

##### **2.5.2.2.1.1 Análisis Granulométrico por Mallas.**

Un análisis granulométrico por mallas se efectúa tomando una cantidad medida de suelo seco, bien pulverizado y pasándolo a través de una serie de mallas cada vez más pequeñas y con una charola en el fondo. La cantidad de suelo retenido en cada malla se mide y el por ciento acumulado de suelo que pasa a través de cada malla es determinado. Este porcentaje es generalmente

---

<sup>16</sup> Braja M. Das, “ Principios de la Ingeniería de la Cimentaciones” pág. 2

denominado el "Porcentaje que pasa". Estas mallas se usan generalmente para el análisis de suelos con fines de cimentación.

El porcentaje que pasa por cada malla, determinado por un análisis granulométrico por mallas, se grafica sobre papel semilogaritmico.

Dos parámetros determinan de las curvas granulométricas de suelos de grano grueso:

1. El coeficiente de uniformidad (Cu),
2. El coeficiente de graduación, o coeficiente de curvatura (Cz)

$$Cu = D_{60}/D_{10}..... (2.1)$$

$$Cz = D_{30}^2 / D_{60} \times D_{10}..... (2.2)$$

Dónde:  $D_{10}$ ,  $D_{30}$ ,  $D_{60}$ , son los diámetros correspondientes al porcentaje que pasa 10, 30,60%, respectivamente.

#### **2.5.2.2.1.2. Descripción del Ensayo Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado**

El MTC E 107<sup>17</sup>, (2000), indica lo siguiente:

##### **Aparatos:**

- Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0.01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad 0.1 % del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
- Tamices de malla cuadrada  
75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm ( 3/8"), 4,76 mm (N° 4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).

---

<sup>17</sup> MTC E 107, "Manual de Ensayo de Materiales", pág. 1



Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes:

75 mm (3"), 37.5 mm (1-½"), 19.0 mm (¾"), 9.5 mm (3/8"), 4.75 mm (N° 4), 2.36 mm (N° 8), 1.10 mm (N° 16), 600 mm (N° 30), 300 mm (N° 50), 150 mm (N° 100), 75 mm (N° 200).

- Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F).
- Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- Cepillo y brocha, para limpiar las mallas de los tamices.

#### **2.5.2.2.1.3. Procedimiento para el Análisis Granulométrico por Lavado sobre el Tamiz de 0,074 mm (N° 200).**

El **MTC E 107**<sup>18</sup>, (2000), indica lo siguiente:

- Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 g para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0.01 g.
- Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F). Se pesan de nuevo y se anotan los pesos.
- Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden.
- Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él.
- Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F) y se pesa.
- En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa

---

<sup>18</sup> MTC E 107, "Manual de Ensayo de Materiales", pág. 3

más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apresadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz.

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente; el resultado se puede verificar usando el método manual.

- Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1%.

#### Cálculos:

- Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (N° 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ pasa } 0.074 = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso retenido en el tamiz } 0.074}{\text{Peso total}} \times 100 \dots\dots\dots (2.3)$$

- Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma :

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100 \dots\dots\dots (2.4)$$

- Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado} \dots\dots\dots (2.5)$$

#### **2.5.2.2.2. Contenido de Humedad**

**Bowles, Joseph E.**<sup>19</sup> (1980), indica que es la cantidad de agua que hay presente en un suelo y se define como la relación entre el peso del agua presente y el total de peso de la muestra.

##### **2.5.2.2.2.1. Descripción del Ensayo Contenido de Humedad de un Suelo**

El **MTC E 108**<sup>20</sup>, (2000), nos indica lo siguiente:

##### **Aparatos:**

- 1. Horno de Secado.-** Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno de tipo de tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 +/- 5<sup>a</sup>c.
- 2. Balanzas.-** De la capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de muestras de 0.01g para muestras menos de 200 g y 0.1g para muestras más de 200g.
- 3. Recipientes.-** Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición de materiales a PH, variable, y a limpieza.
- 4. Utensilios para manejar los recipientes.-** Se requieren uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para poder mover o manipular los recipientes calientes después del secado.

##### **2.5.2.2.2.2. Procedimiento Para Determinar el Contenido de Humedad:**

El **MTC E 108**<sup>21</sup>, (2000), nos indica lo siguiente:

- Pesar una capsula o recipiente de aluminio o latón, incluyendo su tapa.

---

<sup>19</sup> Bowles, Joseph E., "Manual del Laboratorio de suelos de Ingeniería Civil", pág. 11

<sup>20</sup> MTC E 108, "Manual de Ensayo de Materiales", pág. 1

<sup>21</sup> MTC E 108, "Manual de Ensayo de Materiales", pág. 4

- Colocar una muestra representativa de suelo húmedo en la capsula y determinar el peso del recipiente más el suelo húmedo.
- Después de pesar la muestra húmeda más el recipiente coloque la muestra en el horno.
- Cuando la muestra se haya secado hasta mostrar un peso constante, determine el peso del recipiente más el suelo seco .Asegúrese de usar la misma balanza par toda las mediciones.
- Calcule el contenido de humedad w. La diferencia entre el peso del suelo húmedo más el recipiente y el peso del suelo seco más el recipiente es el peso del agua Ww que estaba presente en la muestra.

El suelo debe secarse en el horno a una temperatura de 110 +/- 5°C hasta obtener un peso constante.

#### **Cálculos:**

Se calcula el contenido de humedad de la muestra mediante la siguiente fórmula:

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \dots\dots\dots (2.6)$$

Dónde: W (%) es el Contenido de humedad, W<sub>s</sub> es el peso del sólido, W<sub>w</sub> es el peso del agua.

#### **2.5.2.2.3. Densidad del Suelo en el Terreno**

Con el propósito de calcular la Densidad de Campo, se realizó con el Método del Cono de Arena.

#### **2.5.2.2.3.1. Descripción del Método Cono de Arena**

El **MTC E 117**<sup>22</sup>, (2000), indica lo siguiente:

##### **Aparatos:**

- 1. Aparato de cono de arena,**
- 2. Aparato de densidad de balón,**
- 3. Balanzas.** Una balanza de capacidad mínima de 20 kg con una sensibilidad de 1.0 g.,
- 4. Equipo de Secado.** Controlado termostáticamente, capaz de mantenerse a una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  ( $230 \pm 9^{\circ}\text{F}$ ), para determinar el contenido de humedad de la muestra extraída del hoyo.
- 5. Equipo Diverso.** Cuchillo, pico pequeño, cincel, espátula pequeña, destornillador o cucharas para excavar el hoyo del ensayo, cubos con tapa, latas de estaño sin costuras laterales o de aluminio con tapa, costales plásticos u otro recipiente adecuado para retener la densidad y humedad de la muestra y la densidad de la arena; termómetro para la determinación de la temperatura del agua, brocha pequeña, calculadora, libreta de apuntes, etc.

#### **2.5.2.2.3.2. Procedimiento Para Obtener la Densidad de Campo:**

El **MTC E 117**<sup>23</sup>, (2000), indica lo siguiente:

Seleccione una ubicación/elevación que sea representativa del área que se va a probar y determiné la densidad del suelo in-situ de la siguiente manera:

- 1.** Prepare la superficie del sitio que se va a ensayar de tal manera que sea un plano nivelado. El plato de base debe utilizarse como una herramienta para remover la superficie a un plano de nivel suave.
- 2.** Coloque el plato de base sobre la superficie plana, asegurándose de que existe contacto con la superficie del terreno alrededor del borde del orificio central. Marque el contorno del plato de base para revisar el movimiento durante la prueba y, si es necesario, asegure el plato contra el movimiento

---

<sup>22</sup> MTC E 117, "Manual de Ensayo de Materiales", pág. 3

<sup>23</sup> MTC E 117, "Manual de Ensayo de Materiales", pág. 5

que se cause utilizando clavos insertados dentro del suelo adyacente al filo del plato, o en otros términos, sin disturbar el suelo que se va a probar.

3. En suelos donde la nivelación no es exitosa o la superficie presenta vacíos, el volumen que se expulsa horizontalmente y que está limitado por el embudo, el plato y la superficie del terreno debe determinarse mediante un ensayo preliminar. Llene el espacio con arena del aparato, determine la masa de la arena utilizada para llenar el espacio, rellene el aparato y determine una nueva masa inicial del mismo y de la arena antes de proceder con la prueba. Después de que se complete esta medida, limpie cuidadosamente con una brocha la arena que queda sobre la superficie preparada.
4. Cave el hoyo de prueba a través del orificio central en el plato de base, teniendo cuidado de evitar que se disturbe o se deforme el suelo que delimitará el orificio. Los volúmenes del orificio de prueba serán tan grandes como para que sean prácticos y minimicen los errores, y en ningún caso serán más pequeños que los volúmenes indicados en el cuadro N° 01 para el tamaño máximo de la partícula del suelo removido del orificio de prueba. Los lados del orificio deben inclinarse levemente hacia adentro, y la parte central debe ser razonablemente plana o cóncava. El orificio debe mantenerse lo más libre posible de vacíos, salientes y obstrucciones fluidas ya que esto afectaría la exactitud de la prueba. Los suelos que son esencialmente granulares requieren extremo cuidado y también requieren que se cave un orificio de prueba de forma cónica. Coloque todo el suelo excavado y cualquier otro suelo que se haya soltado durante la excavación, en un contenedor hermético que esté marcado para identificar el número de prueba. Tenga cuidado de evitar la pérdida de cualquier material. Proteja este material de cualquier pérdida de humedad hasta que se haya determinado la masa y se haya obtenido la muestra para la determinación del contenido de agua.

**Tabla N° 02: Volúmenes Mínimos del Hoyo de Ensayo Basados en el Tamaño Máximo de la Partícula**

Tamaño Máximo de la partícula		Volumen Mínimo del Orificio de Ensayo	
Pulgada	Mm	Cm3	Pies3
½	12.5	1420	0.05
1	25.0	2120	0.075
2	50.0	2830	0.1

**Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (E M 2000)**

5. A continuación con la válvula cerrada, voltear boca-abajo del cono de arena sobre la placa y abrir la válvula. Cuando la arena cese de caer en el agujero, es necesario cerrar la válvula y levantar el conjunto. A continuación es preciso recuperar tanta arena del hueco y la placa como sea posible, y colocarla en el saco provisto.
6. Determine la masa del aparato con la arena restante, regístrela y calcule la masa de la arena utilizada.
7. Determine y registre la masa del material húmedo que se extrajo del orificio de prueba. Cuando se requiera correcciones del material de mayor tamaño, determine la masa de este material en la malla apropiada y regístrela, teniendo cuidado de evitar pérdidas de humedad. Cuando se requiera, efectúe las correcciones apropiadas para el material de mayor tamaño utilizando la Práctica ASTM D4718.
8. Mezcle el material cuidadosamente y obtenga un espécimen representativo para determinar el contenido de húmedo o, en todo caso, utilice una muestra completa.

**Cálculos:**

1. Calculo del volumen de excavación.

$$V = \frac{M}{\gamma_{arena}} \dots\dots\dots (2.7)$$

Dónde: M, es la masa de la arena en excavación,  $\gamma_{arena}$ , es la densidad de la arena.

2. Cálculo de la Densidad Húmeda.

$$\gamma_{hum} = \frac{W_{hum}}{V} \dots\dots\dots (2.8)$$

3. Calcule la masa seca del material extraído del orificio de prueba tal como sigue:

$$\gamma_{seca} = \frac{\gamma_{hum}}{1+W} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dónde: W es el contenido de humedad del material extraído del orificio de prueba %,  $\gamma_{hum}$ , es la masa húmeda del material del hueco de ensayo en g.,  $\gamma_{seca}$ , es la masa seca del material del hueco de ensayo en g.

**2.5.2.2.4. Densidad Relativa (Compacidad Relativa)**

Braja M. DAS.<sup>24</sup> (2001), indica que en suelos granulares, el grado de compactación en el campo puede medirse de acuerdo con la compacidad relativa, Cr, que puede definirse como:

$$Cr(\%) = \frac{e_{max}-e}{e_{max}-e_{min}} \times 100 \dots\dots\dots (2.10)$$

Dónde:  $e_{max}$ , es la relación de vacíos del suelo en el estado más suelto,  $e_{min}$ , es la relación de vacíos en el estado más denso, y  $e$  es la relación de vacíos en el sitio.

La Compacidad Relativa puede también expresarse en términos del peso específico seco, o

$$Dr = \frac{\gamma_{nat}-\gamma_{min}}{\gamma_{máx.}-\gamma_{min}} \times \frac{\gamma_{max}}{\gamma_{nat}} \dots\dots\dots (2.11)$$

---

<sup>24</sup> Braja M. Das, " Principios de la Ingeniería de Cimentaciones", pág. 9



Dónde:  $\gamma_{nat}$ , es la densidad natural,  $\gamma_{min}$ , es la densidad mínima,  $\gamma_{max}$ , es la densidad máxima.

#### 2.5.2.2.5. Procedimiento Para Obtener la Densidad Mínima

**Jiménez Flores,<sup>25</sup>** (2010), indica que para obtener la densidad mínima en el laboratorio se procede de la siguiente manera:

1. Extraer de la calicata aproximadamente 5 kg. de suelo y llevarlo al laboratorio.
2. En el molde de compactación de medidas estandarizadas, se introduce la muestra desde una pequeña altura, evitando en lo posible que la muestra se compacte. Se realiza la operación tres veces consecutivas de las cuales se toma el valor más bajo.
3. La densidad mínima se halla con la siguiente formula.

$$\gamma_{min} = (\text{Peso (molde + material)} - \text{Peso (molde)}) / \text{Volumen (molde)} \dots\dots (2.12)$$

#### 2.5.2.2.6. Procedimiento Para Obtener la Densidad Máxima

**Jiménez Flores,<sup>26</sup>** (2010), indica que *"para obtener la densidad máxima, se utiliza el material utilizado en la obtención de la densidad mínima y se procede de un forma análoga; pero esta vez el material es compactado en pequeñas capas hasta obtener la mayor compactación posible"*.

$$\gamma_{m\acute{a}x.} = (\text{Peso (molde + material)} - \text{Peso (molde)}) / \text{Volumen (molde)} \dots (2.13)$$

---

<sup>25</sup> Jiménez Flores, Jorge Fernando, tesis: "Zonificación de la Capacidad Portante del suelo del Distrito de la Banda de Shilcayo" pág. 49

<sup>26</sup> Jiménez Flores, Jorge Fernando, tesis: "Zonificación de la Capacidad Portante del suelo del Distrito de la Banda de Shilcayo" pág. 49

#### **2.5.2.2.7. Límites de Atterberg.**

**Braja M.DAS<sup>27</sup>** (2001), Indica que *“cuando un suelo arcilloso se mezcla con una cantidad excesiva de agua, este puede fluir como un semilíquido. Si el suelo es secado gradualmente, se comportara como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo de su contenido de agua”*. Este, en por ciento, con el que el suelo cambia de un estado líquido a un estado plástico se define como Limite Liquido (LL). Igualmente, los contenidos de agua, en por ciento, con el que el suelo cambia de un estado plástico a un semisólido y de un semisólido a un sólido se define como Limite Plástico (LP) y el Limite de Contracción (SL). Respectivamente. Estos se denominan Límites de Atterberg.

**2.5.2.2.7.1. El Limite Liquido**, de un suelo es determinado por medio de la Copa Casagrande (Designación de Prueba D-4318 de la ASTM) y se define como el contenido de agua con el cual se cierra una ranura de (12.7mm) mediante 25 golpes.

##### **2.5.2.2.7.1.1. Descripción del Ensayo de Limite Liquido.**

El MTC E 110<sup>28</sup>, (2000), indica lo siguiente:

##### **Aparatos**

- Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
- Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente.
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande). De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura N° 07.
- Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura N° 08.
- Herramientas y accesorios. Agua destilada, malla N°40

<sup>27</sup> Braja M. Das, "Principios de la Ingeniería de la Cimentaciones", pág. 15

<sup>28</sup> MTC E 110, "Manual de Ensayos de Laboratorio", pag.1

## MUESTRAS DEL SUELO

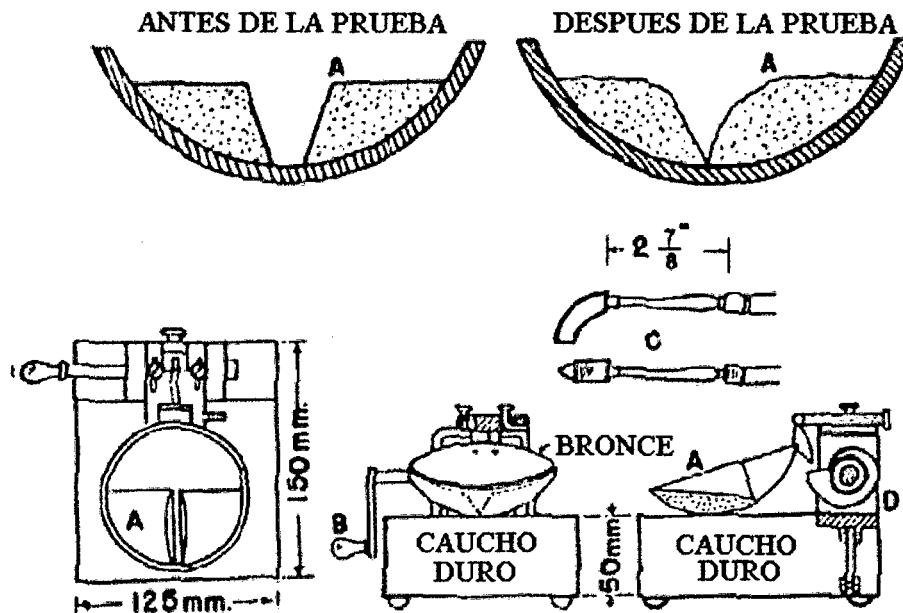


Figura N° 07: Aparato manual para Limite Liquido.

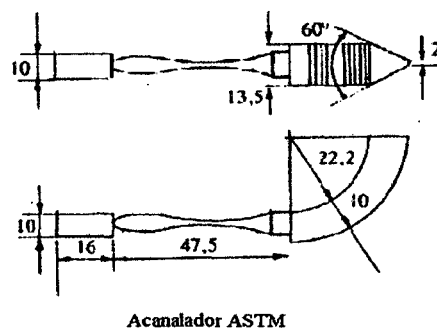
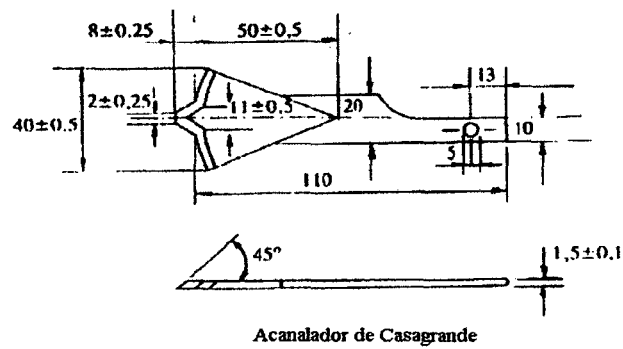


Figura N° 08: Acanalador de Casagrande y ASTM

#### **2.5.2.2.7.1.2. Procedimiento Para Obtener el Limite Liquido**

Según **MTC E 110<sup>29</sup>**, (2000), indica que debe seguirse el siguiente procedimiento:

1. Tómese una muestra que pese 150 - 200 g de una porción de material completamente mezclado que pase el tamiz de 0.425 mm (N° 40).
2. Colóquese la muestra de suelo en la vasija de porcelana y añadir una pequeña cantidad de agua destilada, y mezclar cuidadosamente el suelo hasta obtener un color uniforme. Una mezcla pobre del conjunto suelo-agua es generalmente causa adicional de error en el ensayo. Cuando el color es uniforme en toda la mezcla y esta adquiere un apariencia cremosa, su estado es adecuado en general. Se debe continuar añadiendo pequeñas cantidades adicionales de agua y mezclando cada vez hasta obtener una mezcla homogénea.
3. Cuando el suelo se encuentre en un punto de consistencia (Pegajosidad) tal que se pueda estimar (O simplemente hacer un ensayo de prueba), que tomara alrededor de 50 golpes para cerrar en una longitud de 12.7 mm la ranura.
4. Remover la cazuela de bronce del aparato de Limite Liquido y colocar dentro de la cazuela una pequeña cantidad de suelo hasta la profundidad adecuada para el trabajo de la herramienta ranuradora. A continuación se debe emparejar la superficie de la pasta del suelo cuidadosamente con una espátula, y mediante el uso de la herramienta rasuradora, cortar una ranura clara, recta, que separe completamente la masa del suelo en dos partes.
5. Después de hacer la ranura, se debe retornar rápidamente la cazuela a su sitio del aparato y hacer el conteo de golpes, hasta que las dos mitades de la pasta del suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura, anótese el número de golpes requeridos para cerrar la ranura, si se permite una demora innecesaria en este proceso, y la humedad ambiental del laboratorio es baja se puede secar la superficie de la muestra, lo cual afectara el conteo de golpes. Este efecto mostrara cuando se dibujen los

---

<sup>29</sup> MTC E 110, "Manual de Ensayos de Laboratorio", pag.7

datos una tendencia errática de los puntos en el plano. Otro tipo de errores sin embargo, también puede producir este tipo de comportamiento.

6. Ságuese una tajada de suelo aproximadamente del ancho de la espátula, tomándola de uno y otro lado y en ángulo recto con la ranura e incluyendo la porción de ésta en la cual se hizo contacto, y colóquese en un recipiente adecuado.

Pésese y anótese. Colóquese el suelo dentro del pesa filtro en el horno a  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F) hasta obtener peso constante y vuélvase a pesar tan pronto como se haya enfriado pero antes de que pueda haber absorbido humedad higroscópica. Anótese este peso, así como la pérdida de peso debida al secamiento y el peso del agua.

7. Transfírase el suelo sobrante en la taza de bronce a la capsula de porcelana lávese y séquese la taza de bronce y el ranurador y ármese de nuevo el aparato de limite líquido para repetir el ensayo
8. Repítase la operación anterior por lo menos en dos ensayos adicionales, con el suelo restante en la vasija de porcelana, al que se le ha agregado agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez. El objeto de este procedimiento es obtener muestras de tal consistencia que al menos una de sus determinaciones del número de golpes requeridas para cerrar la ranura del suelo se halle en cada una de los siguientes intervalos 25-35, 20-30, 15-25. De esta manera, el alcance de las tres determinaciones debe ser de 10 golpes.

**2.5.2.2.7.2. El Limite Plástico**, se define como el contenido de agua con el cual el suelo se agrieta al formarse un rollito de (3.18mm) de diámetro (designación de Prueba D-4318 de la ASTM).

#### **2.5.2.2.7.2.1. Descripción del Limite Plástico**

El MTC E 111<sup>30</sup>, (2000), indica lo siguiente:

##### **Aparatos**

1. Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.

---

<sup>30</sup> MTC E 110, "Manual de Ensayos de Laboratorio", pag.1

2. Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 ½") de diámetro.
3. Balanza, con aproximación a 0.01 g.
4. Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$ °F).
5. Tamiz, de 426  $\mu$ m (N° 40).
6. Agua destilada.
7. Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
8. Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

#### **2.5.2.7.2.2. Procedimiento Para Obtener el Limite Plástico:**

Según **Bowles Joseph E.**<sup>31</sup>, (1980), indica que se debe seguir el siguiente procedimiento

1. Dividir en varios pedazos o porciones pequeñas la muestra de 20 a 30 g de suelo que se había separado con anterioridad durante la preparación de la muestra para el Limite Líquido.
2. Enrollar el suelo con la mano extendida sobre un aplaca de vidrio o sobre un pedazo de papel colocado a su vez sobre una superficie liza, con presión suficiente para moldearlo en forma de cilindro o diámetro de hilo uniforme por la acción de unos 80 o 90 golpes o movimientos de mano por minuto (Un golpe = movimiento hacia delante y hacia atrás).
3. Cuando el diámetro del hilo o cilindro llegue a 3 mm (1/8") se debe romper en pequeños pedazos, y con ellos moldear nuevamente unas bolas o masas de suelo y enrollarlas debe continuarse alternativamente hasta cuando el hilo o cilindro de suelo se rompa bajo la presión de enrollamiento y no permita que se lo enrolle adicionalmente.
  - Si el suelo se desmorona a un diámetro superior a 3mm, esta condición es satisfactoria para definir el Limite Plástico. El

---

<sup>31</sup> Bowles Joseph E., "Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil", Pág. 23

desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo:

En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños.

4. Esta secuencia debe repetirse el número de veces que se requiera para producir suficientes pedazos de cilindro, que permitan llenar un recipiente de humedad.

**2.5.2.2.7.3. El Limite de Contracción, Según el MTC E 111<sup>32</sup>**, nos indica que se define como contenido de agua con el cual el suelo no sufre ningún cambio adicional de volumen con la pérdida de agua (Designación de Prueba D-427 de la ASTM)

La diferencia entre el Limite Liquido y el Limite Plástico de un suelo se define como Índice de Plasticidad (PI), o

$$PI = LL - LP \dots\dots\dots (2.14)$$

#### **2.5.2.2.8. Resistencia al Corte**

**Braja M. Das<sup>33</sup>** (2001), Indica, que la resistencia al corte  $S$ , en términos de esfuerzo efectivo es:

$$S = C + G' \tan \phi \dots\dots\dots (2.15)$$

Dónde:  $G'$  es el Esfuerzo Normal Efectivo en el plano de corte,  $C$  es la Cohesión, y  $\phi$  es el ángulo de fricción.

La ecuación (2.15), se le conoce como el criterio de falla de Mohr – Coulomb. El valor de “ $C$ ” para arenas y arcillas consolidadas es normalmente cero, y para arcillas sobre consolidadas es “ $C$ ” > cero.

---

<sup>32</sup> MTC E 111, “Manual de Ensayos de Laboratorio”, pag.3

<sup>33</sup> Braja M Das, “Principios de la Ingeniería de Cimentaciones” Cuarta Edición, Pág. 17

Para la mayoría de trabajos de rutina, los parámetros de Resistencia al Corte de un suelo es decir ( $C$ ,  $\phi$ ), son determinados por medio de dos pruebas de laboratorio estándar ellas son: a.) La Prueba de Corte Directo, b.) La Prueba Triaxial.

#### **a) Prueba Directa de resistencia al Esfuerzo Cortante**

**Juárez Badillo – Rico Rodríguez<sup>34</sup>** (1984), indica que *“durante muchos años, la prueba directa de resistencia al esfuerzo cortante fue prácticamente la única usada para la determinación de la resistencia de los suelo”*; hoy, aun cuando conserva interés práctico debido a su simplicidad, ha sido sustituida en buena parte por las pruebas de compresión triaxial. En esta, como en todas las pruebas de resistencia de suelos, caben dos posibilidades de realización: el método de esfuerzo controlado y el de deformación controlada. *“En el primero la prueba se lleva a efecto aplicando valores fijos de la fuerza tangencial al aparato de modo que el esfuerzo aplicado tiene en todo momento un valor prefijado; en el segundo tipo, la máquina actúa con una velocidad de deformación constante y la fuerza actuante sobre el espécimen se lee en la báscula de la máquina que la aplica”*.

Ejecutando varias pruebas con diversos valores de la presión normal, pueden trazarse puntos en la gráfica  $\sigma - s$  con los valores de las presiones normales y los valores máximos de  $T$  obtenidos de cada una de las pruebas. Uniendo los puntos así obtenidos se tendrá la línea de falla del material, correspondiente a este procedimiento de prueba.

Una de las desventajas de esta prueba consiste en la imposibilidad de conocer los esfuerzos que actúan en planos distintos al de falla durante su realización. En el instante de falla incipiente, los esfuerzos actuantes en estas otras direcciones pueden determinarse teniendo en cuenta que, en ese instante, el círculo de falla debe ser tangente a la línea de falla.

---

<sup>34</sup> Juárez Badillo – Rico Rodríguez, “Fundamentos de la Mecánica de Suelos- Tomo I”. Pág. 377



## b) Ensayo de Corte Triaxial

**Alva Hurtado**<sup>35</sup> (2011), indica que *“los ensayos triaxiales de corte se realizan en especímenes cilíndricos y sólidos de suelo”. La altura del espécimen es usualmente el doble del diámetro. El diámetro varía de 1.3 pulg. a 4 pulg. Para los especímenes más comunes. Se han utilizado especímenes con diámetros de hasta 39 pulgadas”.*

En una celda triaxial típica, el espécimen del suelo se coloca entre el pedestal de base y la tapa superior de la celda y está encerrado lateralmente por una membrana delgada de jebe flexible e impermeable. La membrana está sellada a la tapa superior y al pedestal de base mediante el uso de anillos de caucho tipo “o-rings”.

Asimismo **Alva Hurtado**<sup>36</sup> (2011) señala que *“La presión de celda actúa uniformemente alrededor del espécimen de suelo (esfuerzo hidrostático)”.* La membrana de jebe es muy flexible para poder soportar esfuerzos de corte. De este modo, la superficie vertical exterior del espécimen de suelo es una superficie principal. Se asumirá que todas las superficies verticales a través del espécimen de suelo son superficies principales. Si todas las superficies verticales son superficies principales, entonces las superficies horizontales son también superficies principales. Si se aplica un esfuerzo de compresión axial por medio del pistón de carga, el esfuerzo en planos horizontales es el esfuerzo principal máximo ( $\sigma_1$ ) y el esfuerzo en planos verticales es el esfuerzo principal mínimo ( $\sigma_3$ ). En este caso, el esfuerzo principal intermedio es igual al esfuerzo principal menor, es decir  $\sigma_2 = \sigma_3$ . El esfuerzo aplicado al espécimen de suelo por el pistón de carga es ( $\sigma_1 - \sigma_3$ ) y se denomina esfuerzo desviador.

Según **Alva Hurtado**<sup>37</sup> (2011), indica que los ensayos triaxiales se realizan en dos etapas. En la primera etapa el espécimen se somete a un estado inicial de esfuerzo. El esfuerzo es generalmente aplicado como una presión hidrostática

---

<sup>35</sup> Alva Hurtado Jorge E., “Diseño de Cimentaciones”. Pág. 29

<sup>36</sup> Alva Hurtado Jorge E., “Diseño de Cimentaciones”. Pág. 29

<sup>37</sup> Alva Hurtado Jorge E., “Diseño de Cimentaciones”. Pág. 30

(igual en todas partes) al incrementar la presión en el fluido de la celda triaxial; sin embargo, en casos especiales también puede aplicarse un esfuerzo desviador adicional (estado anisotrópico de esfuerzo) al incrementar la carga en el pistón de carga, para modelar mejor los esfuerzos iniciales en el campo (esfuerzos in-situ). En la mayoría de los ensayos rutinarios, el estado de esfuerzo inicial es hidrostático (isotrópico); en la discusión siguiente se asumirá este estado. Una vez que el estado inicial de esfuerzo se aplica, el suelo puede o no ser permitido de consolidar por el tubo de drenaje que existe en la base del espécimen. En la segunda etapa se somete al espécimen a la etapa de corte, incrementando la carga axial en el pistón; en esta etapa también el espécimen puede ser o no drenado.

#### **2.5.2.2.8.1. Descripción del Ensayo de Corte Directo.**

##### **Equipo:**

Aparato de corte directo

Calibrador

Nivel Pequeño

#### **2.5.2.2.8.2. Procedimiento para Suelos no Cohesivos:**

**Bowles, Joseph E.<sup>38</sup>** (1980), indica el siguiente procedimiento:

- 1.- Pesar un plato grande de arena seca (o mojada con el contenido de humedad conocido con exactitud) con suficiente material para hacer por lo menos tres ensayos a la misma densidad.
- 2.- Ensamblar cuidadosamente la caja de corte (retroceder cualquier separación existente entre las partes de la caja y el tornillo de empalme) y fijar la caja en posición. Obtener la sección transversal A de la muestra.
- 3.- Colocar cuidadosamente la arena en la caja de corte hasta cerca de 5mm del borde de la superficie del anillo y colocar el pistón de carga (Incluyendo la piedra porosa) sobre la superficie del suelo. Tomar un nivel pequeño y verificar la nivelación del pistón o bloque de carga.

---

<sup>38</sup> Bowles, Joseph E., "Manual del Laboratorio de Suelos de Ingeniería civil", pág. 178

Pesar el recipiente de la arena para determinar el peso exacto del material utilizado en la muestra. Obtener a continuación una referencia del espesor de la muestra de suelo marcando en varios puntos de borde del pistón o bloque de carga alrededor del perímetro con respecto a la altura de la caja de corte.

**4.-** Aplicar la carga normal  $P_v$  deseada y colocar el dial para determinar el desplazamiento vertical (Con precisión de 0.01mm por división). Recordar incluir el peso del pistón de carga y la mitad superior de la caja de corte como parte del peso  $P_v$ .

Para ensayos consolidados registrar en el dial el desplazamiento vertical y comenzar el ensayo, solo cuando el asentamiento ha parado. Para suelos no cohesivos esto puede hacerse a partir de la aplicación de  $P_v$ .

**5.-** Separar dos partes de la caja de desplazando los tornillos espaciadores que se encuentran en la parte superior de la caja de corte. El espacio desplazado debería ser ligeramente superior (al ojo) que el tamaño más grande de partículas presentes en la muestra.

A continuación se debe fijar el bloque de carga apretando los tornillos de fijación provistos para tal propósito a los lados de la parte superior de la caja de corte. Inmediatamente después separar los tornillos espaciadores de manera que se libere la parte inferior de la caja de corte; en este momento la carga normal, la mitad de la carga de la caja de corte en este momento la carga normal, la mitad de la caja de corte, y el bloque o pistón de carga se encuentran actuando sobre la muestra del suelo.

**6.-** Ajustar el defomimetro de caratula (0.01 mm/ división) para medir el desplazamiento en cortante.

**7.-** Para ensayos saturados, saturar la muestra llenando la caja de corte y permitiendo transcurrir suficiente tiempo para que tenga lugar la saturación.

Asegurarse que las piedras porosas que se encuentran en la caja de corte estén saturadas si el suelo al ensayarse contiene alguna humedad.

**8.-** Comenzar la carga horizontal (cortante) y tomar lecturas del defomimetro de carga, del defomimetro de desplazamiento cortante, y defomimetro vertical (cambio de volumen). Si el ensayo es de tipo deformación unitaria controlada, se deben tomar esas lecturas a desplazamientos horizontales de:

5, 10, y cada 10 o 20 unidades de desplazamiento horizontal.

Utilizar una taza de deformación unitaria del orden de 0,5 a no más de 2mm/min. No utilizar tazas de deformación unitaria más rápidas, pues existe el peligro de que se presente el pico de carga cortante entre dos lecturas. La taza de deformación unitaria debería ser tal que la muestra “falle entre 3 y 5 minutos.

9.- Retirar la arena de la caja de corte y repetir los pasos 1 al 8 sobre por lo menos dos muestras adicionales y a una densidad ojala dentro de los 5 g y no más de 10 g respecto a la cantidad de suelo usada en el primer ensayo. Asegurarse de que la arena ocupe el mismo volumen utilizado las marcas de referencia del paso número 3.

En el paso numero 4 usar un valor diferente de  $P_v$  para cada ensayo (se sugiere doblar la carga exterior, por ejemplo 4, 8, 16, kg más el peso del bloque o pistón de carga para esos tres ensayos o 5, 10,20, kg etc.

#### **2.5.2.2.8.3. Procedimiento para Suelos Cohesivos:**

**Bowles, Joseph E.<sup>39</sup>** (1980), indica el siguiente procedimiento:

1.- moldear cuidadosamente tres o cuatro muestras al mismo tamaño (y ojala, a la misma densidad) tomadas de una muestra de bloque grande, o de una muestra de tubo, o de cualquier otro tipo de fuente. Utilizar un anillo cortante de manera que el tamaño pueda ser controlado bastante aproximadamente. Cualquier muestra con un peso apreciablemente diferente de las otras debe descartarse y en su lugar moldear otra muestra (que constituye “apreciable” comparado con el tamaño de la muestra (del orden de 5cm<sup>2</sup> x20 a 25 mm de espesor) es asunto de criterio personal).

Nota: se pueden necesitar seis muestras si el suelo esta inalterado y pre consolidado.

Mantener las muestras en ambiente de humedad controlada mientras se hace el moldeo, la preparación de la máquina de corte y los demás detalles del ensayo.

2.- Retroceder la separación y el agarre de los tornillos guía en la parte superior de la caja de corte ensamblar las dos partes. Asegurarse de que las piedras porosas están saturadas a menos que se vaya a ensayar un suelo seco.

Medir las dimensiones de la caja de corte para calcular el área de la muestra.

---

<sup>39</sup> Bowles, Joseph E., “ Manual del Laboratorio de Suelos de Ingeniería civil”, pág. 179

**3.-** Colocar cuidadosamente la muestra dentro de la caja de corte. La muestra debe ajustarse perfectamente en la caja y llenarla hasta cerca de 5mm de la parte superior de la caja de corte.

Colocar el bloque o pistón de carga en su sitio sobre el suelo, la carga normal  $P_v$  y ajustar el defomimetro de caratula vertical.

Para un ensayo consolidado es necesario controlar el defomimetro vertical igual que para el ensayo de consolidación para determinar cuando la consolidación haya terminado.

**4.-** Separar cuidadosamente las mitades de la caja de corte dejando una pequeña separación apenas mayor que el tamaño de la partícula más grande presente en el suelo, retroceder los tornillos de separación y empalmar la cabeza de carga en su sitio utilizando los tornillos fijos para tal propósito.

Asegurarse de que la carga normal refleje la fuerza normal más el peso del bloque de carga y la mitad superior de la caja de corte.

Ser extremadamente cuidadoso al separar la caja de corte cuando se ensaya una arcilla blanda porque parte del material puede ser extruido fuera de la caja por la zona de separación – utilizar en esos casos cargas verticales pequeñas y/o hacer si se puede requerir el hacer la consolidación antes de la separación de las cajas.

**5.-** Acoplar el defomimetro de deformación cortante, fijar en cero tanto el defomimetro horizontal como vertical. Para ensayos saturados, es necesario llenar la caja de corte con agua y esperar un tiempo razonable para que se produzca la saturación de la muestra.

**6.-** Comenzar la carga horizontal (cortante) y tomar lecturas del defomimetro de carga desplazamiento de corte y desplazamientos verticales (de cambio de volumen). Si el ensayo se hace a deformación unitaria controlada tomar estas lecturas a desplazamientos horizontales de 5,10 y cada 10 o 20 unidades del defomimetro de desplazamiento horizontal.

Utilizar una tasa de deformación unitaria de orden de 0.5 a no más de 2 mm/min.

No utilizar tasas de deformación unitaria demasiadas altas, ya que es posible que la carga pico de corte este entre dos lecturas .La tasa de deformación

unitaria debería ser tal que la muestra “falle” en 5 a 10 minutos a menos que el ensayo sea de tipo CD.

La velocidad de deformación para el ensayo CD debería ser tal que el tiempo para que la falla ocurra  $T_f$  sea:

$$T_f = 50 t_{50}$$

Donde  $T_{50}$  es el tiempo necesario para que ocurra el 50 % de la consolidación bajo la carga normal  $P_v$ . Si  $T_{50}$  no es fácil de obtener, puede utilizarse:

$$T_f = 35T_{60} = 25T_{70} = 12 T_{90}$$

Puede hacerse una gráfica de la lectura de deformación vertical contra el log del tiempo similar al ensayo de consolidación del suelo cuando  $P_v$  es muy grande podría ser necesario aplicar la carga de incrementos en vez de aplicarla toda de una vez por las razones discutidas.

7.- Remover el suelo y tomar una muestra para contenido de humedad .Repetir los pasos 2 al 6 para dos o más muestras adicionales .Sui el suelo esta pre consolidado y se utilizan seis muestra para el ensayo, es preciso asegurarse de utilizar un rango de tres cargas normales a cada lado del esfuerzo de pre consolidación.

#### **Cálculos:**

Los siguientes cálculos son aplicables tanto a suelos cohesivos como a suelos no cohesivos.

1.- Calcular el esfuerzo normal nominal como:

$$G_n = P_v / A \dots\dots\dots (2.16)$$

Dónde:  $A$ , s el área de la sección transversal de la muestra del suelo en la caja de corte,  $P_v$ , es la carga Normal incluida el peso del bloque de carga y la ktad superior de la caja de corte.

2.- Dibujar una curva de desplazamiento horizontal  $\delta_h$  contra la fuerza cortante horizontal  $P_h$  para obtener el mayor valor de la fuerza cortante ultima. Para calcular esfuerzo cortante como:

$$T = P_h (\text{ultimo}) / A \dots\dots\dots (2.17)$$

### 2.5.2.3. Sistemas de Clasificación de Suelos:

**Braja M. Das,**<sup>40</sup> (2001) Indica que *“los sistemas de clasificación de suelos dividen a estos en grupos y sub grupos en base a propiedades ingenieriles comunes tales como la distribución granulométrica, el límite líquido y el límite plástico. Los dos sistemas principales de clasificación actualmente en uso son (1) el sistema AASHTO y (2) el Unified Soil classifications System (También ASTM). El sistema de clasificación AASTHO se usa principalmente para clasificación de las capas de carreteras. No se usa en la construcción de cimentaciones”.*

#### 2.5.2.3.1. Sistema AASHTO:

**Braja M. Das.**<sup>41</sup> (2001), Indica que el sistema de clasificación de suelos AASTHO fue propuesto originalmente por el Highway Research Boards Committee sobre clasificación de materiales para subrazantes y caminos de tipo granular (1945) .De acuerdo con la actual forma de este sistema, los suelos pueden clasificarse según 8 grupos principales A-1 al A-8, en base a su Distribución Granulométrica, Limite Liquido e Índice de Plasticidad. Los suelos comprendidos en los grupos A-1, A-2, A-3 son materiales de grano grueso y aquellos en los grupos A-4, A-5, A-6, A-7, son de grano fino , la turba el lodo y otros suelos altamente orgánicos quedan clasificados en el grupo A-8.Estos son identificados por inspección visual .

El sistema de clasificación AASTHO (para suelos A-1 al A-7) se presentan en la tabla 1.8 note que el grupo A-7 incluye dos tipos de suelo para el tipo A-7-5 el

<sup>40</sup> Braja M Das. “Principios de la Ingeniería de Cimentaciones” , Pág. 17

<sup>41</sup> Braja M Das. “Principios de la Ingeniería de Cimentaciones” , Pág. 17

índice de plasticidad es menor o igual que el límite líquido menos 30. Para el A-7-6 el índice de plasticidad es mayor que el límite líquido menos 30.

Para la evaluación cualitativa de la conveniencia de un suelo como material para subrasante de un camino, se desarrolló también un número denominado índice de grupo. Entre mayor es el valor del índice de grupo para un suelo, será menor el uso del suelo como subrasante. Un índice de grupo de 20 o más indica un material muy pobre para ser usado al respecto. La fórmula para el índice de grupo GI es:

$$GI = (F_{200}-35) (0.2+0.005(LL- 40)) + 0.01 (F_{200}-15) (PI-10)..... (2.18)$$

Dónde:

$F_{200}$  = por ciento que pasa la malla nº 200, expresado como número entero.

LL = Límite líquido

PI = índice de plasticidad

**Braja M. das.**<sup>42</sup> (2001) indica que al calcular el índice de grupo para un suelo de los grupos A-2-6 o A-2-7, use solo la ecuación de índice de grupo parcial relativa al índice de plasticidad:

$$GI = 0.01 (F_{200}-15) (PI-10)..... (2.19)$$

**Braja M. Das.**<sup>43</sup> (2001), indica que al calcular el índice de grupo es redondeado al número entero más cercano y se escribe al lado del grupo en paréntesis por ejemplo:



<sup>42</sup> Braja M. Das., "Principios de la Ingeniería de Cimentaciones" pág. 18

<sup>43</sup> Braja M. Das., "Principios de la Ingeniería de Cimentaciones" pág. 18



### 2.5.2.3.2. Sistema Unificado

**Braja M. Das.**<sup>44</sup> (2001), indica que el sistema unificado de suelos originalmente propuesto por A. Casagrande en 1942 y después revisado por el cuerpo de Ingenieros del Ejército durante la segunda guerra mundial. En cooperación con la Oficina de Restauración de Estados Unidos de América. Este sistema se usa prácticamente todo trabajo de Geotecnia.

En el sistema Unificado, los siguientes símbolos se usan como identificación.

**Tabla N° 03: Simbología de suelos**

<b>Símbolo</b>	<b>Descripción</b>
<b>G</b>	<b>Grava</b>
<b>S</b>	<b>Arena</b>
<b>M</b>	<b>Limo</b>
<b>C</b>	<b>Arcilla</b>
<b>O</b>	<b>Limos Orgánicos y Arcillas</b>
<b>Pt</b>	<b>Turba y Suelos Altamente Orgánicos</b>
<b>H</b>	<b>Alta Plasticidad</b>
<b>L</b>	<b>Baja Plasticidad</b>
<b>W</b>	<b>Bien Graduados</b>
<b>P</b>	<b>Mal Graduados</b>

Fuente: Braja M. Das 2001

Este sistema clasifica los suelos en dos amplias categorías:

- **Suelos de grano grueso:** Son de naturaleza tipo grava y arenosa con menos del 50% pasando por la malla N°200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo G o S; donde "G" significa grava o suelo gravoso y "S" significa arena o suelo arenoso.
- **Suelo de grano fino:** Con 50% o más pasando por la malla N°200. Los símbolos de grupo comienzan con un prefijo "M", que significa limo

<sup>44</sup> Braja M. Das., "Principios de la Ingeniería de la Cimentaciones" pág. 19

inorgánico, "C" para arcilla inorgánica u "O" para limos y arcillas orgánicos. El símbolo "Pt" se usa para turbas, lodos y otros suelos altamente orgánicos.

#### **2.5.2.4. Fallas por Corte**

**Juárez Badillo –Rico Rodríguez<sup>45</sup>** (1984) indica que el asentamiento se incrementa bajo una carga aplicada gradualmente. Cuando la carga toma un valor de  $q_u$  se produce una falla súbita el suelo que lo soporta la cimentación. Esta carga  $q_u$  se denomina "capacidad de carga última de la cimentación". Se presentan tres tipos de fallas por corte:

- a.) **Falla General por Corte:** Es un tipo de falla súbita del suelo, que va acompañada por una falla en la superficie del terreno, se presenta en arenas densas o arcillas duras.
- b.) **Falla Local por Corte:** Para suelos arenosos o arcillosos de capacidad media, un incremento de la carga en la cimentación estará acompañada por un incremento considerable de los asentamientos, cuando la carga alcanza un valor  $q_u(1)$  el movimiento de la cimentación estará acompañado de giros súbitos, y grandes asentamientos, se producirán al alcanzar la capacidad de carga última ( $q_u$ ), en este caso la superficie de la falla en el suelo se extiende gradualmente hacia afuera de la cimentación. La carga por unidad de área de la cimentación  $q_u(1)$  se denomina carga primera de falla (Vesic 1963).
- c.) **Falla de Corte por Punzonamiento:** En arenas sueltas o arcillas blandas, la superficie de falla no se extenderá a la superficie del terreno, para valores de carga más grandes que  $q_u$ , la gráfica de carga versus asentamiento tendrá una fuerte pendiente y será prácticamente lineal.

---

<sup>45</sup>Juárez Badillo. R. Rodríguez. "Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de suelos",pág,380

### 2.5.2.5. Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi

Braja M. Das<sup>46</sup> (2001), Indica que Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales. De acuerdo con esta, una cimentación es superficial si la profundidad,  $D_f$  (figura 08), de la cimentación es menor o igual que el ancho de la misma. Sin embargo investigadores posteriores sugieren que cimentaciones con  $D_f$  igual 3 o 4 veces el ancho de la cimentación pueden ser definidas como "cimentaciones superficiales".

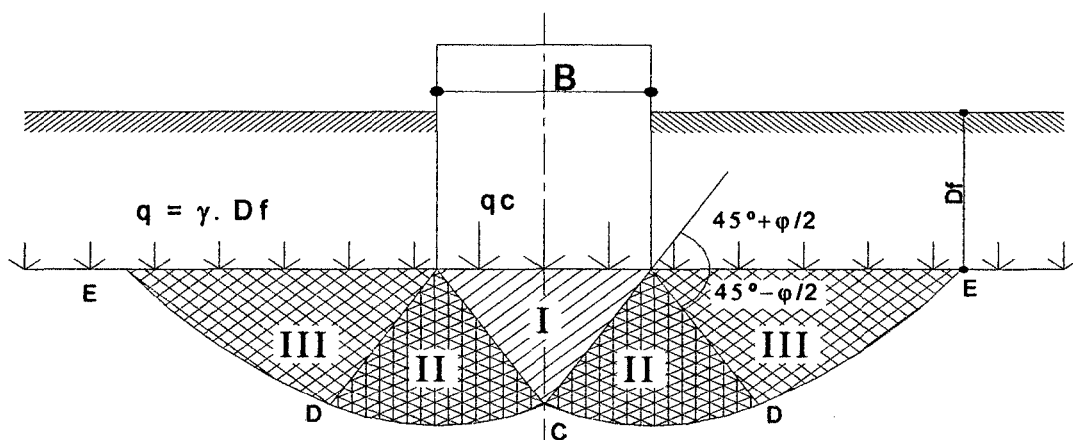


Figura N° 09: Falla por capacidad de carga en suelo bajo una cimentación rígida corrida

Se propone un mecanismo de falla para una zapata continua uniformemente cargada y el sector de fallas se divide en tres zonas: zonas I, II y III.

1. La **zona I** inmediatamente debajo de la cimentación.
2. La **zona II** es una cuña de corte radial, dado que las líneas de falla son rectas con origen en A y espirales logarítmicas con centro en A.
3. La **zona III**, es donde se desarrollan las superficies de deslizamientos que corresponden al estado pasivo de Rankine.

Usando el análisis de equilibrio, Terzaghi (1943), expreso la capacidad de carga última en la forma

<sup>46</sup> Braja M Das., "Principios de la Ingeniería de Cimentaciones" Pág. 156

$$q_c = cN_c + qN_q + 1/2 \gamma B N_\gamma \dots\dots\dots (2.20)$$

Donde  $q_c$  es la carga de falla,  $c$  es la cohesión del terreno de cimentación,  $q$  es la sobrecarga efectiva,  $B$  el ancho de la zapata corrida y  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$  son los factores de capacidad de carga. Estos factores son adimensionales y son función del ángulo de fricción interna  $\phi$ .

$$c' = 2/3 c \qquad \qquad \qquad \text{tg } \phi' = 2/3 \text{tg } \phi$$

Entonces la expresión queda:

$$q_c = 2/3 c N'_c + q N'_q + 1/2 \gamma B N'_\gamma \dots\dots\dots (2.21)$$

*“En esta expresión,  $N'_c$ ,  $N'_q$  y  $N'_\gamma$ , son los “factores de capacidad de carga modificada”. Se calculan con las mismas expresiones que,  $N_c$ ,  $N_q$  y  $N_\gamma$ , reemplazando  $\phi$  por  $\phi'$ ”.*

**Braja M. Das.**<sup>47</sup> (2001), indica además que “las ecuaciones de capacidad de carga de Terzaghi se modificaron para tomar en cuenta los efectos de la forma de cimentación ( $B/L$ ), profundidad de empotramiento ( $Df$ ), e inclinación de la carga”. Sin embargo muchos ingenieros usan todavía la ecuación de Terzaghi que proporciona resultados bastante buenos considerando la incertidumbre de las condiciones del suelo.

#### 2.5.2.6. Factor de Seguridad

**Braja M. Das.**<sup>48</sup> (2001), indica “que el cálculo de la capacidad de carga bruta admisible de cimentaciones superficiales requiere de aplicar un factor de seguridad ( $FS$ ) a la capacidad de carga última bruta”:

<sup>47</sup> Braja M. Das., “Principios de la Ingeniería de Cimentaciones” Pág. 159

<sup>48</sup> Braja M. Das., “Principios de la Ingeniería de Cimentaciones” Pág. 164

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \dots\dots\dots (2.22)$$

Dónde:  $q_u$  es la capacidad de carga última y FS es el factor de seguridad

Según **Braja M. Das.**<sup>49</sup> (2001), nos indica que *“la capacidad de carga última neta se define como la presión última por unidad de área de la cimentación que es soportada por el suelo en exceso de la presión causada por el suelo que la rodea en el nivel de la cimentación”*. Si la diferencia entre el peso específico del concreto usado para la cimentación y el peso específico del suelo que la rodea se supone insignificante:

$$q_{neta (U)} = q_u - q \dots\dots\dots (2.23)$$

Dónde:  $q_{neta (U)}$  es la Capacidad de Carga última neta

$$q = \gamma D_f$$

Entonces:

$$q_{neta (U)} = \frac{q_u - q}{FS} \dots\dots\dots (2.24)$$

*El Factor de Seguridad, tal como se define por la ecuación 2.24 puede ser por lo menos de tres en todos los casos”.*

#### 2.5.2.7. Cohesión<sup>50</sup>

Indica que es la atracción relativa entre partículas similares la que da tenacidad y dureza a un suelo haciéndolo resistente a su separación. Las partículas minerales con carga de distinto signo, se atraen entre sí con tenacidad

<sup>49</sup> Braja M. Das., “Principios de la Ingeniería de Cimentaciones” Pág. 164

<sup>50</sup> [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_agronomicas/villar04/parte02/02.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/villar04/parte02/02.html)

proporcional a dichas cargas a sus masas. Esta propiedad física de atracción, es de importancia en la dinámica del suelo por que origina la tenacidad como forma de resistencia a la separación de sus elementos o a la penetración de las herramientas de corte.

La capacidad de resistencia del suelo al corte, se modifica según sus características, el grado de humedad y la consolidación. Fundamentalmente el contenido de humedad hace que el suelo pase por diferentes estados: duro o consolidado, friable o desmenuzable, plástico y líquido. Las zonas de separación corresponden a los límites de retracción que se usan para valorar el comportamiento del suelo.

La cohesión entre las partículas del suelo se debe a dos fenómenos que predominan en distinto grado según el contenido de humedad. En el suelo seco se establece una atracción eléctrica entre las partículas, formando lo que se denomina cohesión molecular. A medida que las partículas se humedecen, el agua en forma de película, tiende a separar a las partículas vecinas.

En aumentos mayores de humedad se establecen nuevas atracciones, ahora debidas a la tensión superficial de las partículas mojadas por el agua. Esta nueva atracción entre los componentes del suelo crece con la humedad hasta un máximo, a partir del cual el suelo tiende a convertirse en líquido, desapareciendo las fuerzas de cohesión. Para diferenciarla de la cohesión molecular, a esta forma de atracción de las partículas, se le da el nombre de cohesión superficial o adherencia entre las partículas.

#### **2.5.2.8. La Teoría de Meyerhof**

**Jiménez Flores<sup>51</sup>**(2010), indica que a partir de 1951 G. Meyerhof realizó importantes contribuciones al problema de la capacidad de carga de los suelos básicamente la teoría de Meyerhof añadió la consideración de los esfuerzos cortantes que puedan desarrollarse en el terreno de cimentación por arriba del

---

<sup>51</sup> Jiménez Flores Jorge Fernando, Tesis, "Zonificación de la Capacidad Portante del Distrito de la Banda de Shilcayo", Pág. 94

nivel de desplante d cimiento, cuyo efecto fue dejado de lado por la teoría de terzaghi, excepto como sobrecarga. En la teoría de Meyerhof, el suelo que rodea el cimiento, por arriba del desplante es medio de propagación de superficies d deslizamiento.

La relación entre el ángulo de fricción interna de un suelo granular y la compacidad relativa del mismo es expresada por Meyerhof por medio de las siguientes expresiones.

Para suelos granulares con más de 5% de arena fina y limo:

$$\Phi = 25 + 0.15 Cr \dots\dots\dots (2.25)$$

Cr, expresado en porcentaje

Para suelos con menos de 5% de arena fina y limo:

$$\phi = 30 + 0.15 Cr \dots\dots\dots (2.26)$$

Cuando no se cuenta con pruebas de laboratorio que sirvan para determinar la cohesión y el Angulo de fricción interna d los suelos se podrían emplear los valores siguientes (aproximados) .El limo un  $\phi$  20°. La arena húmeda presenta un  $\phi$  de 10° a 15° .Si la arena esta seca su  $\phi$  de 30° a 34°. La grava y la arena cementadas presentan, humedades un  $\phi$  de 34° con una cohesión de 0.25 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### 2.5.2.9. Estadística Descriptiva e Inferencial

**Córdova Zamora<sup>52</sup>** (2009), indica que es la ciencia aplicada que nos proporciona un conjunto de métodos, técnicas o procedimientos para recopilar, organizar, presentar y analizar datos con el fin de describirlos o de realizar generalizaciones válidas.

---

<sup>52</sup> Córdova Zamora, Manuel, "Estadística Descriptiva e Inferencial", pág. 1

### 2.5.2.9.1. Medidas de Tendencia Central

Córdova Zamora<sup>53</sup> (2009), indica que *“las Medidas de Tendencia Central, denominadas también promedios”, ubican el centro de los datos, como la media aritmética, la mediana y la moda.*

#### 2.5.2.9.1.1. Media Aritmética.

Córdova Zamora<sup>54</sup> (2009), indica que la media aritmética denominada simplemente media, es el valor numérico que se obtiene dividiendo la suma total de los valores observados de una variable entre el número de observaciones.

Para valores de una variable  $x$  observados en una muestra, la media aritmética será denotada por  $\bar{x}$ , esto es:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \dots\dots\dots (2.27)$$

### 2.5.2.10 Medidas de Dispersión o de Variación

Córdova Zamora<sup>55</sup> (2009), indica que *“las medidas de dispersión o variabilidad son números que miden el grado o nivel de separación de los datos con respecto a un valor central, que generalmente es la media aritmética”.*

Las principales medidas de dispersión son:

El rango,

La varianza,

La desviación estándar, y

El coeficiente de variación.

---

<sup>53</sup> Córdova Zamora, Manuel, “Estadística Descriptiva e Inferencial”, pág. 37

<sup>54</sup> Córdova Zamora, Manuel, “Estadística Descriptiva e Inferencial”, pág. 43

<sup>55</sup> Córdova Zamora, Manuel, “Estadística Descriptiva e Inferencial”, pág. 63



### 2.5.2.10.1 El Rango

Córdova Zamora,<sup>56</sup> (2009), indica que el rango de variación denotado por R es el número que resulta de la diferencia del valor máximo ( $x_{\max.}$ ) menos el valor mínimo ( $x_{\min}$ ) de una serie de datos observados de variable X. esto es,

$$R = X_{\max} - X_{\min} \dots \dots \dots (2.28)$$

### 2.5.2.10.2 La Varianza

Córdova Zamora<sup>57</sup> (2009), La varianza se define como la media aritmética de los cuadrados de la diferencias de los datos con respecto a su media aritmética. La varianza entendida como una media cuadrática calculada de una muestra será denotada por  $S_n^2$  y si es cuadrada de una población se denotara  $G^2$ . La varianza es una medida de dispersión que genera unidades de medición al cuadrado, por ejemplo,  $\$^2$ ,  $\text{Km}^2$ , etc.,

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2 \dots \dots \dots (2.29)$$

### 2.5.2.10.3 La Desviación Estándar

Córdova Zamora<sup>58</sup> (2009), indica que la desviación estándar es la raíz cuadrada positiva d la varianza.

La desviación estándar definida como la raíz cuadrada de la media cuadrática de una muestra se denotar por  $S_n$ .

$$s_n = \sqrt{s_n^2} \dots \dots \dots (2.30)$$

---

<sup>56</sup> Córdova Zamora, Manuel, "Estadística Descriptiva e Inferencial", pág. 63

<sup>57</sup> Córdova Zamora, Manuel, "Estadística Descriptiva e Inferencial", pág. 64

<sup>58</sup> Córdova Zamora, Manuel, "Estadística Descriptiva e Inferencial", pág. 64

#### 2.5.2.10.4 Coeficiente de Variación: Dispersión Relativa

Córdova Zamora<sup>59</sup> (2009), indica que el coeficiente de variación denotado por CV, es una medida de dispersión relativa (libre de unidades de medición), que se define como el cociente de desviación estándar entre la media aritmética. Esto es:

El coeficiente o índice de variación se utiliza para comparar la variabilidad de dos o más serie de datos que tengan medias iguales o diferentes o que tengan unidades de medidas iguales o diferentes.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\% \dots\dots\dots (2.31)$$

Mide si una muestra es homogénea o heterogenia

CV %  $\leq$  10%, la muestra es homogénea.

CV %  $>$  10%, la muestra es heterogenia.

#### 2.5.2.11 Regresión Lineal Simple

Córdova Zamora<sup>60</sup> (2009), indica que dada una muestra de n datos  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  observados de la variable bidimensional  $(x, y)$ . La regresión lineal simple de la variable dependiente y con respecto a la variable independiente x, consiste en obtener la ecuación de la recta o modelo de regresión.

$$y_i = b_0 + b_1 x_{1i} \dots\dots\dots (2.32)$$

Los estimadores de los coeficientes se resuelven utilizando las siguientes fórmulas:

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\text{Cov}(x, y)}{s_x^2} \dots\dots\dots (2.33)$$

<sup>59</sup> Córdova Zamora, Manuel, "Estadística Descriptiva e Inferencial", pág. 69

<sup>60</sup> Córdova Zamora, Manuel, "Estadística Descriptiva e Inferencial", pág. 88

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x} \dots\dots\dots(2.34)$$

#### 2.5.2.11.1 Coeficiente de Determinación

Córdova Zamora<sup>61</sup> (2009), indica que el coeficiente de determinación denotado por  $r^2$ , es pues una medida de la proximidad del ajuste de la recta de regresión. Cuanto mayor sea el valor de  $r^2$ , mejor será el ajuste y más útil la recta de regresión como instrumento de predicción.

$$R^2 = \frac{SCR}{STC} = 1 - \frac{SCE}{STC} = \dots\dots\dots (2.35)$$

Dónde:

STC: Suma Total de los Cuadrados

$$STC = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = \dots\dots\dots (2.36)$$

SCR: Suma de los Cuadrados de la Regresión

$$SCR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2 = \dots\dots\dots (2.37)$$

SCE: Suma de Cuadrados de los Errores

$$SCE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2 \dots\dots\dots (2.38)$$

#### 2.5.2.11.2 La Covarianza

Córdova Zamora<sup>62</sup> (2009), indica que la covarianza de los datos observados en una muestra es la estadística que mide el nivel de variabilidad (Dispersión o concentración) conjunta de los datos de las variables en pareja (x, y) con respecto a sus medias respectivas (x, y).

<sup>61</sup> Córdova Zamora, Manuel, "Estadística Descriptiva e Inferencial", pág. 99

<sup>62</sup> Córdova Zamora, Manuel, "Estadística Descriptiva e Inferencial", pág. 89

La covarianza de  $n$  valores  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  de una variable bidimensional  $(x, y)$  es el número real que denotaremos por  $cov_{xy}$  y que se define como la media aritmética de los productos de las desviaciones conjuntas de los datos con respecto a sus correspondientes medias. Esto es:

$$Cov_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - \bar{x} \bar{y} \quad \text{-----} \quad (2.39)$$

### 2.5.2.11.3 El Coeficiente o Índice de Correlación

Córdova Zamora<sup>63</sup> (2009), indica que el coeficiente o índice de correlación lineal de Pearson de los  $n$  pares de valores  $(x_1, y_1), (x_1, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  de una variable bidimensional  $(x, y)$  es el número abstracto o relativo  $r$  que se calcula por:

$$r_{xy} = \frac{COV_{xy}}{S_x \cdot S_y} \quad \text{-----} \quad (2.40)$$

### 2.5.2.12 Regresión Lineal con dos Variables.

$$y_i = b_0 + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i} \quad \text{-----} \quad (2.41)$$

Los estimadores de los coeficientes se resuelven utilizando las siguientes fórmulas:

$$b_1 = \frac{s_y(r_{x_1 y} - r_{x_1 x_2} r_{x_2 y})}{s_{x_1}(1 - r_{x_1 x_2}^2)} \quad \text{-----} \quad (2.42)$$

$$b_2 = \frac{s_y(r_{x_2 y} - r_{x_1 x_2} r_{x_1 y})}{s_{x_2}(1 - r_{x_1 x_2}^2)} \quad \text{-----} \quad (2.43)$$

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}_1 - b_2 \bar{x}_2 \quad \text{-----} \quad (2.44)$$

<sup>63</sup> Córdova Zamora, Manuel, "Estadística Descriptiva e Inferencial", pág. 90

Dónde:

$r_{x_1y}$  = correlación muestral entre  $X_1$  y  $Y$

$r_{x_2y}$  = correlación muestral entre  $X_2$  e  $Y$

$r_{x_1x_2}$  = correlación muestral entre  $X_1$  y  $X_2$

$s_{x_1}$  = desviación típica muestral de  $X_1$

$s_{x_2}$  = desviación típica muestral de  $X_2$

$s_y$  = desviación típica de  $Y$

### 2.5.3. Marco Conceptual: Terminología Básica.

- **Cimentación Superficial.-** Es aquella en la cual es la relación profundidad ancho ( $Df/B$ ) es menor o igual a 5, siendo  $Df$  la profundidad de la cimentación y  $B$  el ancho o diámetro de la misma.
- **Suelo Expansivo.-** Suelos que al ser humedecido sufre una expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.
- **Roca.-** Material a diferencia del suelo, no puede ser disgregado o excavado con herramientas manuales.
- **Profundidad de Cimentación.-** Profundidad a la que se encuentra el plano o desplante de cimentación de una estructura. Plano a través del cual se le aplica una carga, referido al nivel del terreno.
- **Cimentación Profunda.-** Aquella que trasmite cargas a capas del suelo mediante pilotes o pilares.
- **Presión Total de Sobrecarga.-** Es la intensidad de la presión total debido a los pesos tanto del suelo como del agua del suelo, sobre cualquier

plano horizontal, en o bajo nivel de la cimentación antes de que comiencen las operaciones de construcción.

- **Nivel Freático.-** Es el nivel superior del agua subterránea en el momento de la exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno.
- **Estrato Típico.-** Estrato de un suelo con características tales que puede ser representativo de otros iguales o similares en un terreno dado.
- **Estudio de Mecánica de Suelos.-** Es el conjunto de exploraciones de investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las solicitaciones de una edificación.
- **Suelo Colapsable.-** El suelo al ser humedecido sufre un asentamiento o colapso relativamente rápido, que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos o por cimentarse.
- **Estabilidad Global.-** Es la estructura y su cimiento puede fallar globalmente sin que se produzcan, antes, otros fallos locales. Este tipo de rotura es típico de cimentaciones en taludes o en medias laderas.
- **Estabilidad Frente al Hundimiento.-** Este fallo del terreno puede ocurrir cuando la carga actuante sobre el terreno, bajo algún elemento del cimiento, supera la carga de hundimiento.
- **Estabilidad Frente al Deslizamiento.-** Que el contacto de la cimentación con el terreno puede estar sometido a tensiones de corte. Si éstas superan la resistencia de ese contacto se puede producir el deslizamiento entre ambos elementos, cimentación y terreno.

- **Estabilidad Frente al Vuelco .-** El vuelco es típico de estructuras cimentadas sobre terrenos cuya capacidad portante es mucho mayor que la necesaria para sostener la cimentación, de otra forma, antes de producirse el vuelco se provocaría el hundimiento del cimiento.
- **Capacidad Estructural del Cimiento.-** Que Los esfuerzos en los elementos estructurales que componen el cimiento, igual que cualquier otro elemento estructural, pueden sobrepasar su capacidad resistente. Los estados límites últimos que, en ese sentido, deben considerarse son los mismos que con el resto de los elementos estructurales.
- **Calicata.-** Se realiza un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras disturbadas.
- **Cohesión.-** Que es la resistencia del corte al suelo, a una tensión normal.
- **Capacidad Portante.-** Es la capacidad de soporte del suelo a fuerzas verticales.
- **Consistencia.-** Es la relativa facilidad con la que el suelo puede fluir y deformarse.
- **Compactación.-** Es la densidad del suelo por medio de un manipulación mecánica.

#### **2.5.2.4 Marco Histórico**

La importancia de un estudio de suelos, radica en saber si el suelo será capaz de soportar las construcciones, iniciando con la cimentación, que es la parte conocida como Infraestructura que se colocará por debajo de la superficie del terreno y que transmitirá las cargas al suelo. Con el transcurso del tiempo se determinó que algunas de las estructuras se deterioraron antes de la vida útil,

presentando distintas fallas, debidas a que el suelo sobre el cual han sido cimentadas no ha soportado el peso de la misma, a consecuencia de las deformaciones sufridas por el suelo, tales como asentamientos, deformaciones, expansión del suelo y otros.

**INDECI**<sup>64</sup> (2010), indica que Nuestra Región San Martín es una de las regiones del Perú que ha manifestado una actividad sísmica notable, evidenciada con daños en varias ciudades y centros poblados con los últimos terremotos ocurridos en (1990 y 1991). El último sismo ocurrió el 04 de Abril de 1991 cuyo epicentro se localizó aproximadamente a 30 km al NOR OESTE de la ciudad de Moyobamba.

Vale mencionar que en el Centro Poblado las Palmas, en la cual se ubica nuestra zona de estudio, se han tenido algunos casos de daños en las estructuras, debido a que las cimentaciones de estas han fallado a causas de no conocer las características físicas y mecánicas de los suelos y por consiguiente no practicarles un tratamiento adecuado.

## **2.6 HIPÓTESIS A DEMOSTRAR**

Para el desarrollo de este proyecto de investigación nos planteamos la siguiente Hipótesis: *"La determinación de la capacidad portante de los suelos del Centro Poblado de Las Palmas influye favorablemente en la construcción de edificaciones seguras"*

---

<sup>64</sup> INDECI, Estudio "Mapa de Peligros de las Ciudades de Tarapoto, Morales y la Banda de Shilcayo", pag.34



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 MATERIALES**

##### **3.1.1 Recursos Humanos**

Para este presente trabajo de investigación se contó con la colaboración del siguiente personal:

- El asesor,
- El Tesista,
- El Técnico Laboratorista,
- El Jefe del Laboratorio,
- Personal Auxiliar.

- **El Asesor:** Es el que orienta y coordina el desarrollo de la metodología de la investigación de este trabajo para llegar a los objetivos planteados.
- **El Tesista:** Es el encargado de desarrollar el trabajo de investigación manejando todos los procesos que intervienen en el desarrollo, coordinando constantemente con el asesor y el personal del laboratorio para llegar a la conclusión de los objetivos trazados.
- **El Técnico Laboratorista:** Es el que realiza las pruebas de los materiales a utilizar así como también interviene en coordinación con el Tesista en los ensayos de laboratorio de acuerdo al objetivo planteado para luego continuar con los demás procesos.
- **El Jefe de Laboratorio:** Es la persona responsable del Laboratorio de Ensayo de Materiales el cual interviene en todo el proceso de ensayos de laboratorio y diagnostico final certificando así todos los ensayos realizados por el Tesista.
- **El Personal Auxiliar:** Es la persona que apoya en el transporte de las muestras del campo al laboratorio, también en laboratorio de acuerdo a procedimientos que se ejecuta en los ensayos, como es el lavado de las muestras.

### 3.1.2 Recursos Materiales

- Suelo.
- **Suelo: Juárez Badillo – Rico Rodríguez,<sup>65</sup> (1985)**, indica que el suelo es un agregado de partículas orgánicas e inorgánicas, no sujetas a ninguna organización.

### 3.1.3 Recursos de Equipos

En este trabajo de investigación se utilizaron los siguientes equipos:

- Horno de Secado,
  - Balanzas,
  - Recipientes,
  - Tamices de Malla Cuadrada,
  - Aparato de Limite Liquido,
  - Equipo de Corte Directo,
  - Estufa,
  - Utensilios para manejar los recipientes.
- 
- **Horno de Secado.-** Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno de tipo de tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .

---

<sup>65</sup> Juárez Badillo – Rico Rodríguez, "Fundamentos de la Mecánica de Suelos" pág. 34



**Figura N°10:** Equipo para realizar Ensayos de Contenido de Humedad

- **Balanzas.-** De la capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de muestras de 0.01g para muestras menos de 200 g y 0.1g para muestras más de 200g.



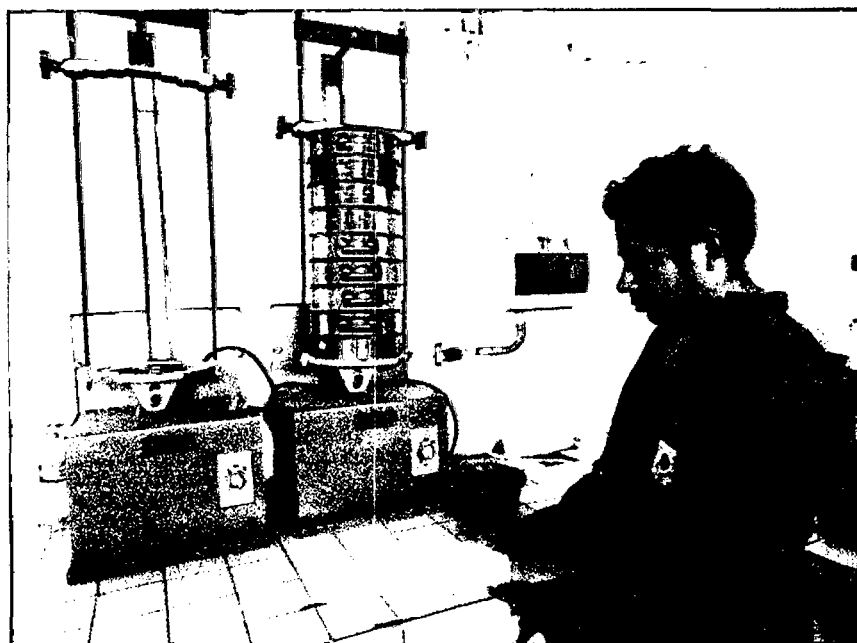
**Figura N° 11:** Balanza de Aproximaciones de 0.01g, y 0.1g.

- **Recipientes.-** Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición de materiales a PH, variable, y a limpieza.

**Nota:** Los recipientes deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de la humedad de la atmosfera después del secado y antes de la pesada final . Se usa un recipiente para cada determinación.

- **Tamices de malla cuadrada :**

75mm ( 3" ) , 50.8mm ( 2" ) , 38.1mm ( 1 ½ " ) , 25.4mm ( 1" ) , 19.0mm ( 3/8" ) , 4.76mm ( 4" ) , 2.00mm ( 10" ) , 0.840mm ( 20" ) , 0.425mm ( 40" ) , 0.250mm ( 60" ) , 0.106mm ( 140" ) , y 0.075mm ( 200" ) , 2.36mm ( 8" ) , 1.10mm ( 16" ) , 600mm ( 30" ) , 300mm ( 50" ) , 150mm ( 100" ).



**Figura N°12: Juego de Tamices**

- **Estufa .-** Capaz de mantener a temperaturas normales y constantes hasta de 110 +/- 5°C ( 230 +/- 9° F)
- Envases adecuados para el manejo y secado de muestras.

- Cepillo y brocha para limpiar las mallas de los tamices.
- **Aparato de limite liquido ( o de Casagrande)**
- **Equipo de corte Directo.**- Puede ser de operación manual o con motor, todas las maquinas son similares.
- **Utensilios para manejar los recipientes.**- Se requieren uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para poder mover o manipular los recipientes calientes después del secado.

#### **3.1.4 Otros Recursos**

En la elaboración del presente trabajo de investigación se utilizaron los siguientes materiales y equipos de gabinete:

- Material Bibliográfico: Libros de especialidad referente al tema y contemplado en el Marco Teórico.
- Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.050 suelos y Cimentaciones.
- Plano de Ubicación del área de estudio.
- Material de Escritorio: CD-R, CD-RW, USB, tinta para impresora, lapiceros, lápices, papel A-4, etc.
- Software de Cómputo: Microsoft Office (Word, Excel, Visio y Power Point.)
- Internet: En la Red se encontró información actualizada.
- Hardware : Computadora Intel Core 2Duo
- Impresora : HP Deskjet D1500 series
- Cámara fotográfica
- Libreta de apuntes, fichas y otros.

### **3.2 METODOLOGIA:**

Para dar inicio al presente trabajo de investigación **“Estudio de la Capacidad Portante de los Suelos del Centro Poblado las Palmas, Distrito de la Banda de Shilcayo”** Se tuvo que trabajar en varias etapas las cuales se detallan a continuación:

### **3.2.1 Tipo y Nivel de Investigación, Universo, Muestra, Población.**

#### **Tipo y Nivel de Investigación.**

La investigación es de nivel básico, siendo de tipo descriptivo - Comparativo.

#### **Universo.**

Está conformada por los suelos de la Provincia de San Martín.

#### **Muestra.**

Corresponde a los suelos de los 03 sectores que cuenta el Centro Poblado Las Palmas del Distrito de la Banda de Shilcayo.

#### **Población.**

Está conformado por el suelo del Centro Poblado Las Palmas, Distrito De La Banda De Shilcayo.

### **3.2.2 Sistema de Variables**

#### **Variable Independiente.**

Elección de puntos y profundidad de muestreo.

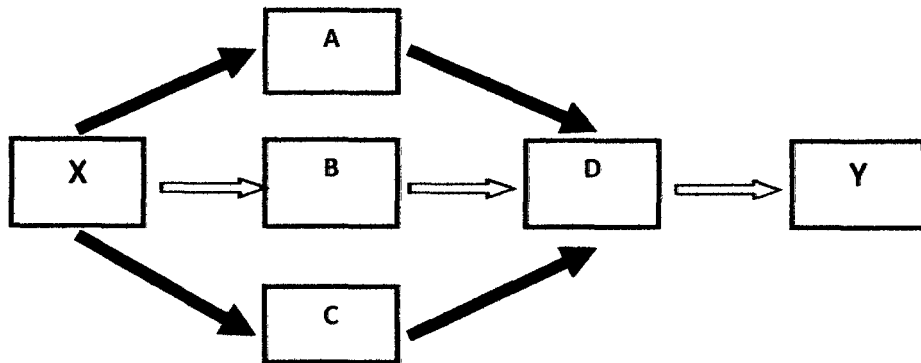
#### **Variable dependiente.**

Valores de capacidad Portante del suelo del Centro Poblado de Las Palmas.

#### **Variables Intervinientes**

Factores de afectación de la capacidad portante como es la cohesión, ángulo de fricción, contenido de humedad, limite líquido, limite plástico, análisis granulométrico, densidad húmeda, densidad seca, parámetros estadísticos y otros.

### 3.2.3 Diseño Experimental del Método de la Investigación



**X: Situación inicial problematizada que requiere la intervención de estudio.**

**A: Aplicación de trabajos de campo para extracción de muestras.**

**B: Aplicación de estudios en Laboratorio**

**C: Estudios especiales para complementar la información.**

**D: Estudios de compatibilidad de procesos y alternativas que respaldan la toma de decisión para definir la alternativa de solución.**

**Y: Resultado de la investigación que presenta la validación de la hipótesis enunciada, obteniendo la capacidad portante del suelo.**

### 3.2.4 Diseño de Instrumentos

#### 3.2.4.1 Instrumentos Bibliográficos.

De lo relacionado a Normas de ensayo de laboratorio de suelos

Se hizo uso de los libros y revistas que traten del tema en forma generales y también de aquellos textos y revistas que tocan el tema en forma puntual, rigiéndose a las Normas establecidas.

Las normas utilizadas para los ensayos de laboratorio son:

- Contenido de Humedad Natural de acuerdo a ASTM D2216
- Análisis Granulométrico por Tamizado de acuerdo a ASTM D422
- Limite Líquido y Limite Plástico de acuerdo a ASTM D4318
- Clasificación Unificada de Suelos de acuerdo a ASTM D2487

- Corte Directo de acuerdo a ASTM D422

#### **3.2.4.2 Instrumentos de Laboratorio.**

Todos aquellos que permitieron realizar los estudios para la obtención de la capacidad portante de los suelos.

Los equipos utilizados en el laboratorio para los ensayos son:

- Juego de tamices.
- Tamizador eléctrico.
- Acanalador.
- Espátula de hoja flexible de unos 75mm a 100mm (3"- 4") de longitud y 20mm (3/4") de ancho aproximadamente.
- Recipiente para almacenaje. Una vasija de porcelana de 115mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
- Calibrador ya sea incorporado al ranurador o separado
- Balanza con sensibilidad de 0.01g.
- Aparato de cono de arena.
- Balanzas.
- Estufa.
- Vidrios de reloj o recipientes adecuados para la determinación de la humedad.
- Superficie de rodadura, comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

Los Ensayos de Suelos se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.



### **3.2.5 Procesamiento de la Información**

#### **3.2.5.1 Recopilación de Información:**

En esta etapa se realizó la búsqueda de bibliografía, informes e información disponible del sitio en estudio (planos) la que sirvió de base y orientación para la planificación y organización y ejecución de trabajo en campo.

Toda información seleccionada fue estudiada y analizada para la preparación de trabajo en campo la consulta fue constante en toda la investigación.

#### **3.2.5.2 Reconocimiento de Campo:**

Esta actividad fue considerada con el fin de identificar, de forma preliminar, las Problemáticas geológicas del área de estudio, de forma tal que se pudiera tomar en Cuenta las dificultades geomorfológicas relativas a la ejecución de las investigaciones del subsuelo y por lo tanto calibrar lo mejor posible dicha actividad.

Las actividades de campo en la zona se iniciaron con la exploración e identificación del área en estudio para realizar el proyecto de tesis en la que participaron el asesor del proyecto de tesis, un profesional con experiencia en suelos y el autor de la tesis.

#### **3.2.5.3 Trabajos de Campo:**

Los trabajos de campo fueron realizados por el Tesista y el personal de apoyo de la UNSM.

Correspondió a la etapa de prospección in-situ, donde se tomaron muestras de doce (12) calicatas de 3.00 m de profundidad, que permitieron caracterizar al suelo de fundación en el área delimitada para el Proyecto en mención, tomándose muestras de las capas de suelo encontrado.

### **3.2.5.3.1 Excavación de Calicata o Pozo de Exploración:**

Con la finalidad de determinar las propiedades Índice, el perfil estratigráfico, el esfuerzo admisible por zonas de acuerdo a las características de los suelos Se programó la ejecución de doce (12) calicatas, designados como C - 1, C -2, C-3, C-4 , C-5, C-6, C-7, C-8, C-9 , C-10 , C-11 , C-12 o pozos a cielo abierto ubicadas convenientemente en el área de estudio y con profundidades suficientes de 3.00 m. La ubicación de las calicatas se presenta en el plano "Ubicación de Calicatas".

**3.2.5.3.2 Muestreo Disturbado.-** Se han recuperado muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados durante las excavaciones, en cantidad suficiente o representativa, para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

**3.2.5.3.3 Muestreo Inalterado.-** Se han recuperado muestras inalteradas de las calicatas a una profundidad promedio de 3 metros y acondicionadas para el traslado al laboratorio.

**3.2.5.3.4 Registro de Excavaciones.-** Paralelamente se realizó el registro de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelos encontrados tales como el buzamiento, humedad, plasticidad, peso volumétrico.

### **3.2.5.3.5 Densidad de Campo:**

La Densidad de Campo, se realizó con el Método del Cono de Arena.

### **3.2.5.4 Espaciamiento y Características de las Calicatas:**

El espaciamiento de las calicatas y características de cada una de ellas varían de acuerdo a la topografía, y ubicación de las zonas más pobladas o donde se puede extender urbanamente.

Las Calicatas fueron realizadas según la m Norma técnica ASTM D420, las cuales son aplicables a todos en la mecánica de suelos (EMC).

Por ser el estudio realizado para el cálculo de la capacidad portante del suelo en el presente proyecto de tesis se ha realizado las excavaciones de 12 calicatas o pozos a cielo abierto a una profundidad no menor de 3.00 metros; las cuales estaban propensas a cambios de acuerdo a los diferentes factores como pueden ser el nivel freático, impedimento por ser carácter cultural y otros.

El estudio de mecánica de suelos (EMC), nos ha permitido examinar en su estado natural las características de los tipos de suelos, que constituye cada estrato de la zona en estudio haciendo una descripción completa de los mismos midiendo su potencia y clasificando los suelos en forma precisa por su textura. Las técnicas de muestreo se han realizado de acuerdo a la Norma ASTM D420.

Las muestras llevadas al laboratorio de Mecánica de Suelos de la Universidad Nacional de San Martín, fueron más representativas y en las cantidades reglamentarias para cada tipo de material, escogidos luego del cuarteo respectivo.

Para el transporte de las muestras extraídas se han utilizados bolsas plásticas y recipientes cerrados herméticamente, a los cuales para su identificación, se colocó etiquetas con los siguientes datos:

- Nombre del Proyecto
- Lugar de Ubicación
- Fecha de excavación
- Numero de calicata
- Tipo de Muestra.
- Profundidad de la Muestra.
- Técnico Responsable.
- Perfil Estratigráfico.

### **3.2.5.5 Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos**

Para las muestras extraídas en los puntos de investigación y/o de muestreo de la fase de investigación de campo, se determinaron sus propiedades físicas y mecánicas mediante la ejecución de los ensayos de laboratorio, estándar y especiales.

Finalmente se espera que el proyecto de tesis profesional, tenga un valor considerable para los usuarios, que llene las expectativas y que cumpla con nuestros objetivos planteados, de esta manera facilitar a los interesados en el tema, Estudio de los Suelos de la Capacidad Portante los Suelos del Centro Poblado las Palmas, Distrito de la Banda de Shilcayo.

### **3.2.5.6 Ensayos Preliminares.**

Antes de realizar el cálculo de la capacidad portante del suelo del Centro Poblado las Palmas se procedieron a realizar la exploración de los suelos y técnicas de investigación de campo con la finalidad de conocer las propiedades físicas y mecánicas de los suelos. También se realizó los ensayos de laboratorio.

### **3.2.5.7 Procesamiento de Datos:**

Los Ensayos de laboratorio, para la calicata C-1, de la muestra M-2, fueron realizados en el laboratorio de la U.N.S.M., y se ejecutó de la siguiente manera:

#### **1.- Cálculo del Contenido de Humedad de la muestra**

##### **Aparatos:**

- Horno de Secado,
- Balanzas,
- Recipientes,
- Utensilios para manejar los recipientes.

**Procedimiento:**

- Pesar una capsula o recipiente de aluminio o latón, incluyendo su tapa.
- Colocar una muestra representativa de suelo húmedo en la capsula y determinar el peso del recipiente más el suelo húmedo.
- Después de pesar la muestra húmeda más el recipiente coloque la muestra en el horno.
- Cuando la muestra se haya secado hasta mostrar un peso constante, determine el peso del recipiente más el suelo seco .Asegúrese de usar la misma balanza para toda las mediciones.

**Cuadro N° 01:** Datos de los Ensayos Realizados del Contenido de Humedad

Descripción	Símbolo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Peso de lata ,grs	Mc	20.40	20.50	20.50
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	Mcws	163.40	161.50	161.10
Peso del suelo seco + lata, grs.	Mcs	142.00	140.90	140.00

**Fuente:** Elaboración Propia

**1.1. Cálculos del ensayo 1:**

Peso del agua:  $Ww = Mcws - Mcs$

Peso del agua:  $Ww = 163.40 \text{ grs.} - 142.00 \text{ grs.} = 21.40 \text{ grs.}$

Peso seco:  $Ws = Mcs - Mc$

Peso seco:  $Ws = 142.00 \text{ grs.} - 20.40 \text{ grs.} = 121.60 \text{ grs.}$

**Contenido de Humedad**

De la ecuación (2.1),

$$W(\%) = \frac{Ww}{Ws} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{21.40 \times 100}{121.60} = 17.60$$

### 1.2. Cálculos del ensayo 2:

Peso del agua:	$W_w = M_{cws} - M_{cs}$
Peso del agua:	$W_w = 161.50 \text{ grs.} - 140.90 \text{ grs.} = 20.60 \text{ grs.}$
Peso seco:	$W_s = M_{cs} - M_c$
Peso seco:	$W_s = 140.90 \text{ grs.} - 20.50 \text{ grs.} = 120.40 \text{ grs.}$

#### Contenido de Humedad

De la ecuación (2.1),

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{20.60 \times 100}{120.40} = 17.11$$

### 1.3. Cálculos del ensayo 3:

Peso del agua:	$W_w = M_{cws} - M_{cs}$
Peso del agua:	$W_w = 161.10 \text{ grs.} - 140.00 \text{ grs.} = 21.10 \text{ grs.}$
Peso seco:	$W_s = M_{cs} - M_c$
Peso seco:	$W_s = 140.00 \text{ grs.} - 20.50 \text{ grs.} = 119.50 \text{ grs.}$

#### Contenido de Humedad

De la ecuación (2.1),

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{21.10 \times 100}{119.50} = 17.66$$

El Contenido de Humedad es el promedio de las humedades de estas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad.

**% Promedio de Humedad = 17.46**

## **2.- Calculo del Limite Liquido de la muestra**

### **Aparatos**

- Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente,
- Espátula de hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente,
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande),
- Acanalador,
- Agua destilada,
- Malla N°40,
- Balanza, con sensibilidad de 0.01 gr. ,
- Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F) para secar.

### **Procedimiento:**

- Tomamos el suelo que pasa por el tamiz N° 40, lo mezclamos con agua hasta conseguir una pasta homogénea.
- Colocamos el suelo en el cascador mediante la espátula.
- Se enrasa de manera de obtener una masa de 1cm de espesor.
- Mediante el ranurador se hizo una ranura de 2cm, que separo a la masa completamente en dos partes.
- Después de hacer la ranura, se debe retornar rápidamente la cazuela a su sitio del aparato y hacer el conteo de golpes, hasta que las dos mitades de la pasta del suelo se pongan en contacto en el fondo de la ranura, anótese el número de golpes requeridos para cerrar la ranura.
- Se tomó parte del suelo para determinar la humedad del mismo.
- Se pesó y se anotó los recipientes que contienen el suelo húmedo.
- Luego se los llevo a la estufa, una vez seco el suelo se lo volvió a pesar.

- Transfírase el suelo sobrante en la taza de bronce a la capsula de porcelana lávese y séquese la taza de bronce y el ranurador y ármese de nuevo el aparato de limite líquido para repetir el ensayo
- Repítase la operación anterior por lo menos en dos ensayos adicionales, con el suelo restante en la vasija de porcelana, al que se le ha agregado agua suficiente para ponerlo en un estado de mayor fluidez.

**Cuadro N°02: Datos de los Ensayos Realizados del Limite Liquido**

Descripción	Símbolo	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Peso de lata, grs.	Mc	10.67	10.67	10.82
Peso del suelo Humedo + lata, grs.	Mcws	36.25	31.99	34.32
Peso del suelo seco + lata, grs.	Mcs	29.36	26.38	28.25
Numero de golpes	N.G	17	26	35

Fuente: Elaboración Propia

### 2.1. Cálculo del Contenido de Humedad del Ensayo 1:

Peso del agua:  $W_w = Mcws - Mcs$

Peso del agua:  $W_w = 36.25 \text{ grs.} - 29.36 \text{ grs.} = 6.89 \text{ grs.}$

Peso seco:  $W_s = Mcs - Mc$

Peso seco:  $W_s = 29.36 \text{ grs.} - 10.67 \text{ grs.} = 18.69 \text{ grs.}$

#### Contenido de Humedad

De la ecuación (2.1),

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{6.89 \times 100}{18.69} = 36.86$$



## 2.2. Cálculo del Contenido de Humedad del Ensayo 2:

Peso del agua:	$W_w = M_{cws} - M_{cs}$
Peso del agua:	$W_w = 31.99 \text{ grs.} - 26.38 \text{ grs.} = 5.61 \text{ grs.}$
Peso seco:	$W_s = M_{cs} - M_c$
Peso seco:	$W_s = 26.38 \text{ grs.} - 10.67 \text{ grs.} = 15.71 \text{ grs.}$

### Contenido de Humedad

De la ecuación (2.1),

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{5.61 \times 100}{15.71} = 35.71$$

## 2.3. Cálculo del Contenido de Humedad del Ensayo 3:

Peso del agua	:	$W_w = M_{cws} - M_{cs}$
Peso del agua	:	$W_w = 34.32 \text{ grs.} - 28.25 \text{ grs.} = 6.07 \text{ grs.}$
Peso seco	:	$W_s = M_{cs} - M_c$
Peso seco	:	$W_s = 28.25 \text{ grs.} - 10.82 \text{ grs.} = 17.43 \text{ grs.}$

### Contenido de Humedad

De la ecuación (2.1),

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{6.07 \times 100}{17.43} = 34.83$$

El límite Líquido es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad.

**% Promedio de Humedad = 35.8**

### **3.- Calculo del Limite Plástico**

#### **Aparatos**

- Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- Recipiente para Almacenaje, de porcelana, de 115 mm (4 ½") de diámetro.
- Balanza, con aproximación a 0.01 g.
- Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$ °F).
- Tamiz, (N° 40).
- Agua destilada.
- Recipientes adecuados para determinación de humedades.
- Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

#### **Procedimiento:**

- Usamos el suelo que paso por la malla N° 40.
- Se preparó el suelo que pasa por la malla N° 40 con agua hasta obtener una mezcla posible de amasar y tenga una consistencia que permita rolar el suelo.
- Se enrolló el suelo con la mano extendida sobre una placa de vidrio hasta conseguir cilindros que al llegar al diámetro de 3mm se agrieten, y con ellos moldear nuevamente unas bolas o masas de suelo y enrollarlas.
- Esta secuencia se repitió varias veces para producir suficientes pedazos de cilindro, que permitan llenar un recipiente, luego pesamos el suelo húmedo, lo llevamos a la estufa y una vez seco el material lo volvimos a pesar.

**Cuadro N °03: Datos de los Ensayos Realizados del Limite Plástico**

<b>Descripción</b>	<b>símbolo</b>	<b>Ensayo 1</b>	<b>Ensayo 2</b>
<b>Peso de lata, grs.</b>	<b>Mc</b>	<b>10.63</b>	<b>10.82</b>
<b>Peso del suelo húmedo+ lata, grs.</b>	<b>Mcws</b>	<b>36.87</b>	<b>33.01</b>
<b>Peso del suelo seco + lata, grs.</b>	<b>Mcs</b>	<b>33.61</b>	<b>30.24</b>

Fuente: Elaboración Propia

### **3.1. Cálculo del Contenido de Humedad del Ensayo 1:**

Peso del agua :  $Ww = Mcws - Mcs$   
Peso del agua :  $Ww = 36.87 \text{ grs.} - 33.61 \text{ grs.} = 3.26 \text{ grs.}$   
Peso seco :  $Ws = Mcs - Mc$   
Peso seco :  $Ws = 33.61 \text{ grs.} - 10.63 \text{ grs.} = 22.98 \text{ grs.}$

#### **Contenido de Humedad**

De la ecuación (2.1),

$$W(\%) = \frac{Ww}{Ws} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{3.26 \times 100}{22.98} = 14.19$$

### **3.2. Cálculo del Contenido de Humedad del Ensayo 2:**

Peso del agua :  $Ww = Mcws - Mcs$   
Peso del agua :  $Ww = 33.01 \text{ grs.} - 30.24 \text{ grs.} = 2.77 \text{ grs.}$   
Peso seco :  $Ws = Mcs - Mc$   
Peso seco :  $Ws = 30.24 \text{ grs.} - 10.82 \text{ grs.} = 19.42 \text{ grs.}$

#### **Contenido de Humedad**

De la ecuación (2.1),

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{2.77 \times 100}{19.42} = 14.26$$

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad.

**% Promedio de Humedad = 14.22**

#### **4.- Análisis Granulométrico de la muestra por Tamizado**

##### **Aparatos:**

- Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0.01 g para pesar material que pase el tamiz (N° 4). Otra con sensibilidad 0.1 % del peso de la muestra,
- Tamices de malla cuadrada (N° 4), (N° 08), (N° 10), (N° 16), (N° 20), (N° 30), (N° 40), (N° 50), (N° 60), (N° 80), (N° 100), (N° 200).
- Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F).
- Envases, adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- Cepillo y brocha.

##### **Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200).**

- Se tomó 200 gr. De muestra. Hallamos su humedad y peso seco.
- Se colocó la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo durante 24 horas.
- Se lavó a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm (N° 200) con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él, y se continua hasta que el agua del lavado salga limpia.

- Se recogió lo retenido en un recipiente, se secó en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F) y se pesa.
- En la operación de tamizado manual se movió el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla.
- Se quedaron partículas apresadas en la malla, y se procedió a separar con un pincel y cepillo, luego se los reunió con lo retenido en el tamiz.
- Se determinó el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0.1 %.

#### **Datos del Ensayo realizado:**

Peso del tarro: 81.5  
Fracción de la muestra: 200 g.

#### **Cálculos:**

De acuerdo a la Formula (2.2) se calculó el porcentaje retenido para la malla N°10:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el tamiz}}{\text{Peso total}} \times 100$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{0.11}{200} \times 100 = 0.06$$

De acuerdo a la formula (2.3), se calculó el porcentaje que pasa (%).

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - 0.06 = 99.94$$

De acuerdo a la formula (2.1), se calculó el porcentaje de material que pasa por el tamiz (0.074), N° 200.

$$\% \text{ pasa } 0.074 = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso retenido en el tamiz } 0.074}{\text{Peso total}} \times 100$$

$$\% \text{ pasa } 0.074 = \frac{200 - 16.83}{200} \times 100 = 86.21$$

Nota: Similar procedimiento se utilizó para ejecutar los cálculos de las demás mallas, que se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 04:** Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata C-1, muestra M-2.

Tamiz N°	Diam. (mm)	Peso retenido	% retenido	% retenido acumulativo	% que pasa
4	4.760	0.00	0.00	0.00	100
8	2.380	0.00	0.00	0.00	100
10	2.000	0.11	0.06	0.06	99.95
16	1.190	0.13	0.07	0.12	99.88
20	0.840	0.14	0.07	0.19	99.81
30	0.590	0.29	0.15	0.34	99.67
40	0.426	0.58	0.29	0.63	99.38
50	0.297	1.66	0.83	1.46	98.55
60	0.250	1.48	0.74	2.20	97.81
80	0.177	3.61	1.81	4.00	96.00
100	0.149	2.76	1.38	5.38	94.62
200	0.074	16.83	8.42	13.80	86.21
Fondo	0.01	172.41	86.21	100.00	0.00
Total		200.00			

Fuente: Elaboración Propia

**Calculo de la Capacidad de Carga Admisible por Falla de Corte de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-7, C-8, C-10.**

**Calculo de la Capacidad Portante:**

**Datos:** Corregidos por ser cimentación de falla por corte local para todas las calicatas.

**Calicata C-1**

• Angulo de fricción interna	:	$\phi$	=	16°
• Cohesión	:	C	=	0,09 kg/cm <sup>2</sup>
• Densidad natural	:	$\gamma_n$	=	1,96 g/cm <sup>3</sup>
• Nivel freático	:	Dw	=	-
• Prof. De cimentación	:	Df	=	1,5 m
• Factores de carga modificados	:	N' <sub>c</sub>	=	11.65
		N' <sub>q</sub>	=	4.34
		N' <sub><math>\gamma</math></sub>	=	3.06
• Ancho de cimentación	:	B	=	1,00 m
• Factor de seguridad	:	Fs	=	3

*De la Formula 2.17,*

$$q_u = \frac{2}{3} C N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.5 \gamma B N'_{\gamma} \text{ ----- (Cimentación corrida)}$$

$$q_u = 2.30 \text{ kg/cm}^2$$

*De la Formula 2.18,*

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

$$q_{adm} = 2.30 / 3$$

$$q_{adm} = 0.77 \text{ kg/cm}^2$$

**Calicata C-2**

**Datos:**

• Angulo de fricción interna	:	$\phi$	=	7°
• Cohesión	:	C	=	0,18 kg/cm <sup>2</sup>

• Densidad natural	:	$\gamma_n$	=	1,81 g/cm <sup>3</sup>
• Nivel freático	:	Dw	=	-
• Prof. De cimentación	:	Df	=	1,5 m
• Factores de carga modificados	:	N' <sub>c</sub>	=	7.17
		N' <sub>q</sub>	=	1.88
		N' <sub><math>\gamma</math></sub>	=	0.71
• Ancho de cimentación	:	B	=	1,00 m
• Factor de seguridad	:	Fs	=	3

De la Formula 2.17,

$$q_u = \frac{2}{3} C N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.5 \gamma B N'_{\gamma} \text{ ————— (Cimentación corrida)}$$

$$q_u = 1.44 \text{ kg/cm}^2$$

De la Formula 2.18,

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

$$q_{adm} = 0.48 \text{ kg/cm}^2$$

### Calicata C-3

Datos:

• Angulo de fricción interna	:	$\phi$	=	12°
• Cohesión	:	C	=	0,13 kg/cm <sup>2</sup>
• Densidad natural	:	$\gamma_n$	=	1,88 g/cm <sup>3</sup>
• Nivel freático	:	Dw	=	-
• Prof. De cimentación	:	Df	=	1,5 m
• Factores de carga modificados	:	N' <sub>c</sub>	=	9.27
		N' <sub>q</sub>	=	2.97
		N' <sub><math>\gamma</math></sub>	=	1.69
• Ancho de cimentación	:	B	=	1,00 m
• Factor de seguridad	:	Fs	=	3



De la Formula 2.17,

$$q_u = \frac{2}{3} C N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.5 \gamma B N'_\gamma \text{ ----- (Cimentación corrida)}$$

$$q_u = 1.82 \text{ kg/cm}^2$$

De la Formula 2.18,

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

$$q_{adm} = 0.61 \text{ kg/cm}^2$$

### **Calicata C-7**

Datos:

• Angulo de fricción interna	:	$\phi$	=	14°
• Cohesión	:	C	=	0,09 kg/cm <sup>2</sup>
• Densidad natural	:	$\gamma_n$	=	1,69 g/cm <sup>3</sup>
• Nivel freático	:	Dw	=	-
• Prof. De cimentación	:	Df	=	1,5 m
• Factores de carga modificados	:	N' <sub>c</sub>	=	10.39
		N' <sub>q</sub>	=	3.59
		N' <sub>γ</sub>	=	2.29
• Ancho de cimentación	:	B	=	1,00 m
• Factor de seguridad	:	Fs	=	3

De la Formula 2.17,

$$q_u = \frac{2}{3} C N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.5 \gamma B N'_\gamma \text{ ----- (Cimentación corrida)}$$

$$q_u = 1.75 \text{ kg/cm}^2$$

De la Formula 2.18,

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

$$q_{adm} = 0.58 \text{ kg/cm}^2$$

**Calicata C-8**

Datos:

• Angulo de fricción interna	:	$\phi$	=	13°
• Cohesión	:	C	=	0,13 kg/cm <sup>2</sup>
• Densidad natural	:	$\gamma_n$	=	1,92 g/cm <sup>3</sup>
• Nivel freático	:	Dw	=	-
• Prof. De cimentación	:	Df	=	1,5 m
• Factores de carga modificados	:	N' <sub>c</sub>	=	9.79
		N' <sub>q</sub>	=	3.26
		N' <sub><math>\gamma</math></sub>	=	1.97
• Ancho de cimentación	:	B	=	1,00m
• Factor de seguridad	:	Fs	=	3

*De la Formula 2.17,*

$$q_u = \frac{2}{3} C N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.5 \gamma B N'_\gamma \text{ ----- (Cimentación corrida)}$$

$$q_u = 1.95 \text{ kg/cm}^2$$

*De la Formula 2.18,*

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

$$q_{adm} = 0.65 \text{ kg/cm}^2$$

**Calicata C-10**

Datos:

• Angulo de fricción interna	:	$\phi$	=	10°
• Cohesión	:	C	=	0,17 kg/cm <sup>2</sup>
• Densidad natural	:	$\gamma_n$	=	1,86 g/cm <sup>3</sup>
• Nivel freático	:	Dw	=	-
• Prof. De cimentación	:	Df	=	1,5 m
• Factores de carga modificados	:	N' <sub>c</sub>	=	8.34
		N' <sub>q</sub>	=	2.47

		$N_\gamma$	=	1.22
• Ancho de cimentación	:	B	=	1,00 m
• Factor de seguridad	:	Fs	=	3

De la Formula 2.17,

$$q_u = \frac{2}{3} C N'_c + \gamma D_f N'_q + 0.5 \gamma B N'_\gamma \text{ ----- (Cimentación corrida)}$$

$$q_u = 1.73 \text{ kg/cm}^2$$

De la Formula 2.18,

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

$$q_{adm} = 0.58 \text{ kg/cm}^2$$

#### **Capacidad Portante de las Calicatas C-4, C-5, C-6, C-9, C-11, C-12.**

De acuerdo a las características del sub suelo de las calicatas descrito anteriormente y aplicando el método indirecto (Densidad Relativa) se determinó el ángulo de fricción interna.

#### **Cálculo del Angulo de Fricción por el método indirecto (Densidad Relativa) de la Calicata N°4**

##### **1. Cálculo de la densidad húmeda por el Método del Cono de Arena.**

###### **Datos de campo**

Peso del frasco + arena	:	$W_1$	=	6846.00 gr.
Peso del frasco + arena sobrante	:	$W_2$	=	2305.00 gr.
Peso de arena en cono	:	$W_3$	=	1374.00 gr.
Densidad de arena	:	$\gamma_{\text{arena}}$	=	1.421 gr/cm <sup>3</sup>
Altura de excavación	:	H	=	0.15 m.
Peso de material húmedo	:	$W_{\text{hum}}$	=	3789.00 gr.

**Cálculos:****Masa de la arena en excavación. (M)**

$$M = M1 - M2 - M3$$

$$M = 6846.00 - 2305.00 - 1374.00 = 3167.00 \text{ gr.}$$

**Volumen de excavación. (V), de acuerdo a la formula (2.4),**

$$V = M / \gamma_{\text{arena}}$$

$$V = 3167.00 / 1.421$$

$$V = 2229.00 \text{ cm}^3$$

**Densidad Húmeda. ( $\gamma_{\text{hum}}$ ), de acuerdo a la fórmula (2.5)**

$$\gamma_{\text{hum}} = W_{\text{hum}} / V$$

$$\gamma_{\text{hum}} = 3789 / 2229$$

$$\gamma_{\text{hum}} = 1.700 \text{ gr/cm}^3$$

**2. Cálculo del contenido de humedad**

**Cuadro N° 05:** Datos del ensayo de laboratorio para calcular el contenido de humedad

Descripción	Símbolo	Ensayo
Peso del suelo Humedo + lata, grs.	Mcws	350.10
Peso del suelo seco , grs.	Mcs	306.10

Fuente: Elaboración Propia

**Cálculos del ensayo:**

$$\text{Peso del agua : } Ww = Mcws - Mcs$$

$$\text{Peso del agua : } Ww = 350.10 \text{ grs.} - 306.10 \text{ grs.} = 44.00 \text{ grs.}$$

$$\text{Peso seco : } Ws = 306.10 \text{ grs.}$$

De acuerdo a la formula (2.4),

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

$$W(\%) = \frac{44}{306.10} \times 100 = 14.37$$

### 3. Cálculo de la densidad seca de campo

Datos:

$$\gamma_{hum} = 1.700 \text{ g/cm}^3$$

$$W = 14.37$$

De acuerdo a la formula (2.5),

$$\gamma_{seca} = \frac{\gamma_{hum}}{1+W}$$

$$\gamma_{seca} = \frac{1.700}{1+14.37}$$

$$\gamma_{seca} = 1.486 \text{ g/cm}^3$$

### 4. Cálculo de la densidad mínima

**Cuadro N° 06: Datos de campo para calcular Densidad Mínima**

Ensayo N°	1	2
Peso (molde + material)	5.585	5.591
Peso molde	1.682	1.682
Peso de la muestra	3.903	3.903
Volumen del molde	0.0027	0.0027

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la formula (2.8),

$$\gamma_{min} = (\text{Peso (molde + material)} - \text{Peso (molde)}) / \text{Volumen (molde)}$$

$$\gamma_{min1} = 1.446 \text{ g/cm}^3 \text{ (Ensayo 1)}$$

$$\gamma_{min2} = 1.448 \text{ g/cm}^3 \text{ (Ensayo 2)}$$

Donde el promedio de ambas determinaciones, es el valor de la densidad mínima:

$$\gamma_{\min} = 1.447 \text{ g/cm}^3$$

## 5. Cálculo de la densidad máxima

**Cuadro N° 07:** Datos de campo para calcular la Densidad Máxima

Ensayo N°	1	2
Peso (molde + material)	5.820	5.826
Peso molde	1.682	1.682
Peso de la muestra	4.138	4.144
Volumen del molde	0.0027	0.0027

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la formula (2.9),

$$\gamma_{\max} = (\text{Peso (molde + material)} - \text{Peso (molde)}) / \text{Volumen (molde)}$$

$$\gamma_{\max 1} = 1.533 \text{ g/cm}^3 \text{ (Ensayo 1)}$$

$$\gamma_{\max 2} = 1.535 \text{ g/cm}^3 \text{ (Ensayo 2)}$$

Donde el promedio de ambas determinaciones, es el valor de la densidad máxima:

$$\gamma_{\max} = 1.534 \text{ g/cm}^3$$

## 6. Cálculo de la Densidad Relativa

Datos:

$$\gamma_{\text{seca}} = 1.486 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\max} = 1.534 \text{ g/cm}^3$$

$$\gamma_{\min} = 1.447 \text{ g/cm}^3$$

De acuerdo a la formula (2.7),

$$Dr = \frac{\gamma_{\text{seca}} - \gamma_{\min}}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}} \times \frac{\gamma_{\max}}{\gamma_{\text{seca}}}$$

$$Dr = 46.3\%$$

## 7. Cálculo del ángulo de fricción interna

Datos:

$$Dr = 46.3\%$$

De acuerdo a la formula (2.21),

$$\Phi = 25 + 0.15 Dr.$$

$$\Phi = 25 + 0.15 (46.3\%)$$

$$\Phi = 31.9^\circ$$

**Nota: Para las calicatas, C-5, C-6, C-9, C-11, C-12, el ángulo de fricción se ejecutó similar procedimiento y los resultados se presentan en el capítulo IV.**

## Cálculo de la capacidad portante de la calicata N°4

**Datos: corregidos por ser cimentación de falla por corte local:**

• Angulo de fricción interna	:	$\phi$	=	$23^\circ$
• Cohesión	:	C	=	$0 \text{ kg/cm}^2$
• Densidad natural	:	$\gamma_n$	=	$1,700 \text{ g/cm}^3$
• Nivel freático	:	Dw	=	-
• Prof. De cimentación	:	Df	=	1,5 m
• Factores de carga modificados	:	N'c	=	10.05
		N'q	=	8.66
		N'γ	=	8.2
• Ancho de cimentación	:	B	=	1.00 m
• Factor de seguridad	:	Fs	=	3

De acuerdo a la fórmula (2.17),

$$qu = 2/3 CN'_c + \gamma Df N'_q + 0.5 \gamma B N'_\gamma \quad (\text{Cimentación corrida})$$

$$q_u = 2.91 \text{ kg/cm}^2$$

De acuerdo a la formula (2.18),

$$q_{adm} = q_u / F_s$$

$$q_{adm} = 2.91 / 3$$

$$q_{adm} = 0.97 \text{ kg/cm}^2$$

**Nota 1:** Para las calicatas C-5, C-6, C-9, C-11, C-12, se ejecutó similar procedimiento y los de resultados se presentan en el capítulo IV.

### 3.2.6 Determinación de Parámetros Estadísticos

Cálculo de Indicadores Estadísticos, del sector 1, que consta de las calicatas C-5, C-6, C-7, C-11.

Datos:

**Cuadro N° 8:** Datos de Laboratorio Para el Cálculo de Parámetros Estadísticos

Calicata	C-5	C-6	C-7	C-11
Contenido de Humedad %	5,38	5,31	8,65	7,73
Limite Liquido %	19,2	19,2	19,8	37,7
Limite Plástico	16,7	14,2	14,6	14,3
Índice Plástico	2,5	5,00	5,2	23,4
% Tamiz N° 4	100,00	99,75	99,65	100,00
% Tamiz N° 200	25,53	38,45	43,66	54,23

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.2.6.1 Cálculos de Indicadores Estadísticos para el Contenido de Humedad:

1. El valor mínimo de las cuatro muestras es:

Min = 5,31

2. El valor máximo de las cuatro muestras es:

Max = 8,65



### 3. Calculo de la Media

De acuerdo a la fórmula: 2.27,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{5,38 + 5,31 + 8,65 + 7,73}{4} = 6,7675$$

### 4. Calculo de la Desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula: 2.30,

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = 2,1298$$

$$s_n = \sqrt{2,1298} = 1,4594$$

### 5. Calculo del Coeficiente de Variación

De acuerdo a la fórmula: 2.31,

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

$$CV = \frac{1,4594}{6,7675} \cdot 100\% = 21,56$$

### 3.2.6.2 Cálculos de Indicadores Estadísticos para el Límite Líquido:

1. El valor mínimo de las cuatro muestras es:

$$\text{Min} = 19,2$$

2. El valor máximo de las cuatro muestras es:

$$\text{Max} = 37,7$$

3. Cálculo de la Media

De acuerdo a la fórmula: 2.27,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{19,2 + 19,2 + 19,8 + 37,7}{4} = 24,9$$

4. Cálculo de la Desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula: 2.30,

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = 57,6946$$

$$s_n = \sqrt{57,6946} = 7,5957$$

5. Cálculo del Coeficiente de Variación

De acuerdo a la fórmula: 2.31,

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

$$CV = \frac{7,5957}{24,9} \cdot 100\% = 30,50$$

**3.2.6.3 Cálculos de Indicadores Estadísticos Para el Limite Plástico:**

1. El valor mínimo de las cuatro muestras es:

$$\text{Min} = 14,2$$

2. El valor máximo de las cuatro muestras es:

$$\text{Max} = 16,7$$

3. Cálculo de la Media

De acuerdo a la fórmula 2.27,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{16,7 + 14,2 + 14,6 + 14,3}{4} = 14,925$$

4. Cálculo de la Desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula: 2.30,

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = 1,0619$$

$$s_n = \sqrt{1,0619} = 1,0305$$

5. Cálculo del Coeficiente de Variación

De acuerdo a la fórmula 2.31,

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

$$CV = \frac{1,0305}{14,925} \cdot 100\% = 6,90$$

**3.2.6.4 Cálculos de Indicadores Estadísticos Para el Índice Plástico:**

1. El valor mínimo de las cuatro muestras es:

$$\text{Min} = 2,5$$

2. El valor máximo de las cuatro muestras es:

$$\text{Max} = 23,4$$

3. Cálculo de la Media

De acuerdo a la fórmula 2.27,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{2,5 + 5 + 5,2 + 23,4}{4} = 9,975$$

4. Cálculo de la Desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula 2.30,

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = 64,89$$

$$s_n = \sqrt{64,89} = 8,0902$$

5. Cálculo del Coeficiente de Variación

De acuerdo a la fórmula 2.31,

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

$$CV = \frac{8,0902}{9,975} \cdot 100\% = 81,10$$

### 3.2.6.5 Cálculos de Indicadores Estadísticos Para el % tamiz N°4:

1. El valor mínimo de las cuatro muestras es:

$$\text{Min} = 94,75$$

2. El valor máximo de las cuatro muestras es:

$$\text{Max} = 100$$

3. Cálculo de la Media

De acuerdo a la fórmula 2.27,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{100 + 99,75 + 99,65 + 100}{4} = 99,8375$$

#### 4. Cálculo de la Desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula 2.30,

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = 712,6337$$

$$s_n = \sqrt{712,6337} = 26,6952$$

#### 5. Cálculo del Coeficiente de Variación

De acuerdo a la fórmula 2.31,

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

$$CV = \frac{26,6952}{84,5875} \cdot 100\% = 31,5593$$

#### 3.2.6.6 Cálculos de Indicadores Estadísticos Para el % tamiz N°200:

1. El valor mínimo de las cuatro muestras es:

$$\text{Min} = 25,53$$

2. El valor máximo de las cuatro muestras es:

$$\text{Max} = 54,18$$

### 3. Cálculo de la Media

De acuerdo a la fórmula 2.27,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{25,53 + 38,45 + 46,66 + 54,23}{4} = 40,0725$$

### 4. Cálculo de la Desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula 2.30,

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = 104,5322$$

$$s_n = \sqrt{104,5322} = 10,2241$$

### 5. Cálculo del Coeficiente de Variación

De acuerdo a la fórmula 2.31,

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100\%$$

$$CV = \frac{10,2241}{40,0725} \cdot 100\% = 25,5140$$

### 3.2.7 Determinación de las Constantes del Modelo de Regresión del Material Arenas.

**Modelo de Regresión:**

$$y_i = b_0 + b_1 x_{1i}$$

$\swarrow \quad \searrow$   
 Constantes

**Cuadro N° 9:** Ensayos de Laboratorio Para el Cálculo de las Constantes del Modelo de Regresión del Material arenas

Calicatas	Cohesión kg/cm <sup>2</sup>	Angulo de Fricción (X1)	Capacidad Portante kg/cm <sup>2</sup> (Y1)
C-4	0	22°	0.97
C-5	0	23°	0.90
C-6	0	22°	0.81
C-9	0	24°	1.05
C-11	0	24°	1.02
C-12	0	22°	0.82

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.2.7.1 Cálculos con el Parámetro de Angulo de Fricción (X1)

##### 1. Cálculo de la Media Aritmética

De acuerdo a la fórmula 2.27,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x}_1 = \frac{22 + 23 + 22 + 24 + 24 + 22}{6} = 22.83$$

$$\sum X^2_1 = 22^2 + 23^2 + 22^2 + 24^2 + 24^2 + 22^2$$

$$\sum X^2_1 = 3133$$



## 2. Cálculo de la Varianza:

De acuerdo a la fórmula 2.29,

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = \frac{3133}{6} - 22.83^2$$

$$s_n^2 = 0.8056$$

## 3. Cálculo de la desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula 2.30,

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n = \sqrt{0.8056} = 0.8975$$

### 3.2.7.2 Cálculos con el parámetro la Capacidad Portante (y1)

#### 1. Cálculo de la Media Aritmética

De acuerdo a la fórmula 2.27,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{y}_1 = \frac{0.97 + 0.90 + 0.81 + 1.05 + 1.02 + 0.82}{6} = 5.57$$

$$\sum Y^2_1 = 0.97^2 + 0.90^2 + 0.81^2 + 1.05^2 + 1.02^2 + 0.82^2$$

$$\sum Y^2_1 = 5.2223$$

**2. Cálculo de la Varianza:**

De acuerdo a la fórmula 2.29,

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = \frac{5.2223}{6} - 0.93^2$$

$$s_n^2 = 0.0086$$

**3. Cálculo de la Desviación Estándar**

De acuerdo a la fórmula 2.30,

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n = \sqrt{0.0086} = 0.0926$$

**3.2.7.3 Cálculo con los parámetros Angulo de Fricción (X1) y Capacidad Portante (y1).**

**1. Cálculo de la Covarianza**

De acuerdo a la fórmula 2.39,

$$Cov_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - \bar{x} \bar{y}$$

$$Cov_{xy} = \frac{127.58}{6} - 22.83 \times 0.93$$

$$Cov_{xy} = 0.0664$$

**2. Cálculo del Coeficiente o índice de Correlación de X1, Y1**

De acuerdo a la fórmula 2.40,

$$r_{xy} = \frac{COV_{xy}}{S_x * S_y}$$

$$r_{xy} = \frac{0.0664}{0.8975 * 0.0926}$$

$$r_{xy} = 0.7985$$

#### 3.2.7.4 Cálculo de la constante $b_1$

De acuerdo a la fórmula 2.33,

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} = \frac{Cov(x,y)}{s_x^2}$$

$$b_1 = \frac{0.0664}{0.8056}$$

$$b_1 = 0.0824$$

#### 3.2.7.5 Cálculo de la constante $b_0$

De acuerdo a la fórmula 2.34,

$$b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x}$$

$$b_0 = 0.93 - 0.0824 * 22.83$$

$$b_0 = -0.9512$$

**3.2.7.6 El Modelo de Regresión para la Capacidad portante en relación a la Cohesión y el Angulo de Fricción del Material Arenas se expresa así:**

$$y_i = -0.9512 + 0.0824x_{1i}$$

### 3.2.7.7 Cálculo del Coeficiente de Determinación ( $R^2$ )


$$R^2 = r_{xy}^2$$

$$R^2 = 0.7985^2$$

$$R^2 = 0.6376 = 63.76\%$$

### 3.2.8 Determinación de las Constantes del Modelo de Regresión del Material Arcillas.

$$y_i = b_0 + b_1 x_{1i} + b_2 x_{2i}$$


  
**Constantes**

**Cuadro N° 10:** Ensayos de Laboratorio Para el Cálculo de las Constantes del Modelo de Regresión del Material arcillas

Calicatas	Cohesión kg/cm <sup>2</sup> (X1)	Angulo de Fricción (X2)	Capacidad Portante kg/cm <sup>2</sup> (Y1)
C-1	0.14	16°	0.77
C-2	0.27	7°	0.48
C-3	0.20	12°	0.61
C-7	0.14	14°	0.58
C-8	0.19	13°	0.65
C-10	0.25	10°	0.58

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.2.8.1 Cálculos con el parámetro de la Cohesión la (X1)

##### 1. Cálculo de la Media Aritmética

De acuerdo a la fórmula 2.27

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x}_1 = \frac{0.14 + 0.27 + 0.20 + 0.14 + 0.19 + 0.25}{6} = 0.20$$

$$\sum X^2_1 = 0.14^2 + 0.27^2 + 0.20^2 + 0.14^2 + 0.19^2 + 0.25^2$$

$$\sum X^2_1 = 0.2507$$

## 2. Cálculo de la Varianza:

De acuerdo a la fórmula: 2.29

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = \frac{0.2507}{6} - 0.20^2$$

$$s_n^2 = 0.0018$$

## 3. Cálculo de la desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula: 2.30

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n = \sqrt{0.0018} = 0.0424$$

### 3.2.8.2 Cálculos con el parámetro del Angulo de Fricción (X2)

#### 1. Cálculo de la Media Aritmética

De acuerdo a la fórmula 2.27,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{16 + 7 + 12 + 14 + 13 + 10}{6} = 12$$

$$\sum x^2 = 16^2 + 7^2 + 12^2 + 14^2 + 13^2 + 10^2$$

$$\sum x^2 = 914$$

## 2. Cálculo de la Varianza:

De acuerdo a la fórmula 2.29,

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n} - \bar{x}^2$$

$$s_n^2 = \frac{914}{6} - 12^2$$

$$s_n^2 = 8.3333$$

## 3. Cálculo de la desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula: 2.30

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n = \sqrt{8.3333} = 2.8867$$

### 3.2.8.3 Cálculos con el parámetro de la Capacidad Portante (Y1)

#### 1. Cálculo de la Media Aritmética

De acuerdo a la fórmula 2.27,

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}$$

$$\bar{y}_1 = \frac{0.77 + 0.48 + 0.61 + 0.58 + 0.65 + 0.58}{6} = 0.61$$

$$\sum Y^2_1 = 0.77^2 + 0.48^2 + 0.61^2 + 0.58^2 + 0.65^2 + 0.58^2$$

$$\sum Y^2_1 = 2.2907$$

#### 2. Cálculo de la Varianza:

De acuerdo a la fórmula 2.29,

$$s_n^2 = \frac{\sum_{i=1}^n y_i^2}{n} - \bar{y}^2$$

$$s_n^2 = \frac{2.297}{6} - 0.61^2$$

$$s_n^2 = 0.00968$$

### 3. Cálculo de la desviación Estándar

De acuerdo a la fórmula 2.30,

$$s_n = \sqrt{s_n^2}$$

$$s_n = \sqrt{0.00968} = 0.0984$$

#### 3.2.8.4 Cálculos con los parámetros de la Cohesión (X1) y la Capacidad Portante (Y1)

##### 1. Cálculo de la Covarianza

De acuerdo a la fórmula 2.39,

$$Cov_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - \bar{x} \times \bar{y}$$

$$Cov_{xy} = \frac{0.7091}{6} - 0.20 \times 0.61$$

$$Cov_{xy} = -0.0038$$

##### 2. Cálculo del Coeficiente o índice de Correlación

De acuerdo a la fórmula 2.40,

$$r_{xy} = \frac{COV_{xy}}{S_x \times S_y}$$

$$r_{xy} = \frac{-0.0038}{0.0424 \times 0.984}$$

$$r_{xy} = -0.9108$$

### 3.2.8.5 Cálculos con los parámetros del Angulo de Fricción (X2) y la Capacidad Portante (Y1)

#### 1. Cálculo de la Covarianza

De acuerdo a la fórmula 2.39,

$$Cov_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - \bar{x} \bar{y}$$

$$Cov_{xy} = \frac{45.37}{6} - 12 \times 0.61$$

$$Cov_{xy} = 0.2417$$

#### 2. Cálculo del Coeficiente o índice de Correlación

De acuerdo a la fórmula 2.40,

$$r_{xy} = \frac{COV_{xy}}{S_x * S_y}$$

$$r_{xy} = \frac{0.2417}{2.8867 * 0.0984}$$

$$r_{xy} = 0.8509$$

### 3.2.8.6 Cálculos con los parámetros de la Cohesión (X1) y el Angulo de Fricción (X2)

#### 1. Cálculo de la Covarianza

De acuerdo a la fórmula 2.39,

$$Cov_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{n} - \bar{x} \bar{y}$$

$$Cov_{xy} = \frac{13.46}{6} - 0.20 \times 12$$

$$Cov_{xy} = -0.1567$$



## 2. Cálculo del Coeficiente o índice de Correlación

De acuerdo a la fórmula 2.40,

$$r_{xy} = \frac{COV_{xy}}{S_x * S_y}$$

$$r_{xy} = \frac{-0.1567}{0.0424 * 2.8867}$$

$$r_{xy} = -1.2803$$

### 3.2.8.7 Cálculo de la Constante b1:

De acuerdo a la fórmula 2.42,

$$b_1 = \frac{s_y(r_{x_1y} - r_{x_1x_2}r_{x_2y})}{s_{x_1}(1 - r_{x_1x_2}^2)}$$

$$b_1 = \frac{0.0984(-0.9108 - (-1.2803 * 0.8509))}{0.0424(1 - (-1.2803)^2)}$$

$$b_1 = -0.6494$$

### 3.2.8.8 Cálculo de la constante b2:

De acuerdo a la fórmula 2.43,

$$b_2 = \frac{s_y(r_{x_2y} - r_{x_1x_2}r_{x_1y})}{s_{x_2}(1 - r_{x_1x_2}^2)}$$

$$b_2 = \frac{0.0984(0.8509 - (-1.2803 * -0.9108))}{2.8867(1 - (-1.2803)^2)}$$

$$b_2 = 0.0168$$

### 3.2.8.9 Cálculo de la Constante $b_0$ :

De acuerdo a la fórmula 2.44,

$$b_0 = \bar{y} - b_1\bar{x}_1 - b_2\bar{x}_2$$

$$b_0 = 0.61 - 0.6494 * 0.20 - 0.0168 * 12$$

$$b_0 = 0.5383$$

### 3.2.8.10 El Modelo de Regresión para la Capacidad portante en relación a la Cohesión y el ángulo de Fricción del material arcillas se expresa así:

$$y_i = b_0 + b_1x_{1i} + b_2x_{2i}$$

$$y_i = 0.5383 - 0.6494x_{1i} + 0.0168x_{2i}$$

### 3.2.8.11 Cálculo del coeficiente de Determinación ( $R^2$ )

De acuerdo a la Formula 2.35,

$$R^2 = 1 - \frac{SCE}{STC}$$

#### 3.2.8.11.1 Cálculo para determinar el STC:

De acuerdo a la fórmula 2.36,

$$STC = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$$

**Cuadro N° 11:** Datos del trabajo de investigación Para Determinar el STC

Calicatas	Capacidad Portante ( $y_i$ )
C-1	0.77
C-2	0.48
C-3	0.61
C-7	0.58
C-8	0.65
C-10	0.58

Fuente: Elaboración propia

$$\bar{y} = 0.61$$

$$STC = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 = (0.77-0.61)^2 + (0.48-0.61)^2 + (0.61-0.61)^2 + (0.58-0.61)^2 + (0.65-0.61)^2 + (0.58-0.61)^2 = 0.0459$$

### 3.2.8.11.2. Cálculo para determinar el SCE:

De acuerdo a la fórmula 2.38,

$$SCE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

**Cálculo del  $\hat{y}_i$**

De acuerdo al Modelo de Regresión

$$\hat{y}_i = 0.5383 - 0.6494x_{1i} + 0.0168x_{2i}$$

**Cuadro N° 12:** Datos del trabajo de investigación Para Determinar Valores en la Ecuación del Modelo de Regresión del Material arcillas

Calicatas	Cohesión kg/cm <sup>2</sup> (X1)	Angulo de Fricción (X2)
C-1	0.14	16°
C-2	0.27	7°
C-3	0.20	12°
C-7	0.14	14°
C-8	0.19	13°
C-10	0.25	10°

Fuente: Elaboración Propia

$$\hat{y}_i = 0.5383 - 0.6494x_{1i} + 0.0168x_{2i}$$

$$\hat{y}_i = 0.5383 - 0.6494 * (0.14) + 0.0168 * (16) = 0.72$$

$$\hat{y}_i = 0.5383 - 0.6494 * (0.27) + 0.0168 * (7) = 0.48$$

$$\hat{y}_i = 0.5383 - 0.6494 * (0.20) + 0.0168 * (12) = 0.61$$

$$\hat{y}_i = 0.5383 - 0.6494 * (0.14) + 0.0168 * (14) = 0.68$$

$$\hat{y}_i = 0.5383 - 0.6494 * (0.19) + 0.0168 * (13) = 0.63$$

$$\hat{y}_i = 0.5383 - 0.6494 * (0.25) + 0.0168 * (10) = 0.54$$

**Cuadro N° 13: Datos del trabajo de investigación Para Determinar el SCE**

Modelo de Regresión ( $\hat{y}_i$ )	Capacidad Portante ( $y_i$ )
0.72	0.77
0.48	0.48
0.61	0.61
0.68	0.58
0.63	0.65
0.54	0.58

**Fuente:** Elaboración Propia

$$SCE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 = (0.77-0.72)^2 + (0.48-0.48)^2 + (0.61-0.61)^2 + (0.58-0.68)^2 + (0.65-0.63)^2 + (0.58-0.54)^2 = 0.0145$$

$$R^2 = 1 - \frac{SCE}{STC}$$

$$R^2 = 1 - \frac{0.0145}{0.0459}$$

$$R^2 = 0.6841 = 68.41\%$$

## IV. RESULTADOS

Se realizaron 12 calicatas distribuidos convenientemente en el área de estudio, cuyos ensayos se alcanzan, se presenta el resumen de resultados obtenidos:

### 4.1. Clasificación de Suelos.

**Cuadro N° 14:** Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°10

CALICATA	C-1		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.40 – 1.20	1.20 – 2.00	2.00 – 2.80
Promedio de Humedad %	14,94	17,46	17,47
Limite Liquido %	44,2	35,8	26,7
Limite Plástico %	16,5	14,2	13,4
Índice Plástico %	27,8	21,6	13,4
% > Tamiz N 4	100	100	98,46
% > Tamiz N 10	100	99,95	97,37
% > Tamiz N 40	99,41	99,38	90,08
% > Tamiz N 200	91,25	86,21	53,61
Clasificación S.U.C.S.	CL	CL	CL
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-7-6(26)	A-6(18)	A-6(4)

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro N° 15: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°02**

CALICATA	C-2		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.40 – 1.10	1.10 – 1.80	1.80 – 2.50
Promedio de Humedad %	17,24	25,45	16,59
Limite Liquido %	43,8	58	31,7
Limite Plástico %	16,6	25,5	14,3
Índice Plástico %	27,2	32,5	17,4
% > Tamiz N 4	100	100	99,40
% > Tamiz N 10	99,84	100	98,66
% > Tamiz N 40	97,65	99,49	91,34
% > Tamiz N 200	92,33	98,89	61,81
Clasificación S.U.C.S.	CL	CH	CL
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-7-6(26)	A-7-6(38)	A-6(8)

**Fuente: Elaboración Propia****Cuadro N°16: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°03**

CALICATA	C-3		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.00 – 0.80	0.80 – 1.80	1.80 – 2.50
Promedio de Humedad %	12,13	21,35	16,91
Limite Liquido %	37,3	37,7	41,6
Limite Plástico %	15,7	21,6	21,6
Índice Plástico %	21,6	16,1	20,0
% > Tamiz N 4	100	100	100
% > Tamiz N 10	99,10	99,79	100
% > Tamiz N 40	95,51	95,11	96,57
% > Tamiz N 200	75,39	86,09	77,67
Clasificación S.U.C.S.	CL	CL	CL
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-6(16)	A-6(10)	A-7-6(13)

**Fuente: Elaboración Propia**

**Cuadro N°17: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°04**

CALICATA	C-4		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.00 – 1.20	1.20 – 3.00	–
Promedio de Humedad %	16,91	14,31	–
Limite Liquido %	45,2	21,2	–
Limite Plástico %	19,1	14,3	–
Índice Plástico %	26,2	6,9	–
% > Tamiz N 4	100	99,45	–
% > Tamiz N 10	100	98,98	–
% > Tamiz N 40	99,75	91,44	–
% > Tamiz N 200	98,56	37,09	–
Clasificación S.U.C.S.	CL	SM – SC	–
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-7-6(27)	A-4(0)	–

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N°18: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°05**

CALICATA	C-5		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.40 – 3.00	–	–
Promedio de Humedad %	5,38	–	–
Limite Liquido %	19,2	–	–
Limite Plástico %	16,7	–	–
Índice Plástico %	2,5	–	–
% > Tamiz N 4	100	–	–
% > Tamiz N 10	99,95	–	–
% > Tamiz N 40	87,80	–	–
% > Tamiz N 200	25,53	–	–
Clasificación S.U.C.S.	SM	–	–
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-2-4(0)	–	–

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N°19: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°06**

CALICATA	C-6		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.00 – 0.30	0.30 – 1.60	1.60 – 2.80
Promedio de Humedad %	17,37	5,31	15,38
Limite Liquido %	32,6	19,2	19,1
Limite Plástico %	17,1	14,2	NP
Índice Plástico %	15,5	5	NP
% > Tamiz N 4	100	99,75	75,19
% > Tamiz N 10	99,83	99,19	67,85
% > Tamiz N 40	91,99	87,16	43,86
% > Tamiz N 200	53,92	38,35	13,76
Clasificación S.U.C.S.	CL	SM – SC	SM
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-6(15)	A-2-4(0)	A-1-B(0)

**Fuente:** Elaboración Propia**Cuadro N°20: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°07**

CALICATA	C-7		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.30 – 1.60	1.60 – 2.80	—
Promedio de Humedad %	8,65	8,65	—
Limite Liquido %	23,5	19,8	—
Limite Plástico %	14,5	14,6	—
Índice Plástico %	9,0	5,2	—
% > Tamiz N 4	100	99,65	—
% > Tamiz N 10	99,86	99,14	—
% > Tamiz N 40	93,26	92,03	—
% > Tamiz N 200	21,78	43,66	—
Clasificación S.U.C.S.	SM	SM – SC	—
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-2-4(0)	A-4(80)	—

**Fuente:** Elaboración Propia



**Cuadro N°21: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°08**

CALICATA	C-8		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.00 – 0.40	0.40 – 1.00	1.00 – 2.80
Promedio de Humedad %	8,37	8,54	10,36
Limite Liquido %	26,7	25,6	30,6
Limite Plástico %	19	20,7	17,3
Índice Plástico %	7,7	4,8	13,3
% > Tamiz N 4	100	100	100
% > Tamiz N 10	99,68	99,76	100
% > Tamiz N 40	93,41	93,62	97,40
% > Tamiz N 200	30,46	42,76	51,06
Clasificación S.U.C.S.	SC	SM – SC	CL
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-2-4(0)	A-4(0)	A-6(4)

**Fuente: Elaboración Propia****Cuadro N°22: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°09**

CALICATA	C-9		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.00 – 0.40	0.40 – 2.80	–
Promedio de Humedad %	10,36	10,44	–
Limite Liquido %	43,3	NP	–
Limite Plástico %	22	NP	–
Índice Plástico %	21,3	100	–
% > Tamiz N 4	100	100	–
% > Tamiz N 10	100	95,38	–
% > Tamiz N 40	97,05	18,95	–
% > Tamiz N 200	52,95	SM	–
Clasificación S.U.C.S.	CL	SM	–
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-7-6(8)	A-2-4(0)	–

**Fuente: Elaboración Propia**

**Cuadro N°23: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°10**

CALICATA	C-10		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.20 – 2.50	–	–
Promedio de Humedad %	10,49	–	–
Limite Liquido %	32,1	–	–
Limite Plástico %	15,9	–	–
Índice Plástico %	16,2	–	–
% > Tamiz N 4	100	–	–
% > Tamiz N 10	99,12	–	–
% > Tamiz N 40	91,93	–	–
% > Tamiz N 200	51,46	–	–
Clasificación S.U.C.S.	CL	–	–
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-6(5)	–	–

**Fuente:** Elaboración Propia**Cuadro N°24: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°11**

CALICATA	C-11		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.20 – 2.80	–	–
Promedio de Humedad %	7,73	–	–
Limite Liquido %	37,7	–	–
Limite Plástico %	14,3	–	–
Índice Plástico %	23,4	–	–
% > Tamiz N 4	100	–	–
% > Tamiz N 10	99,90	–	–
% > Tamiz N 40	98,38	–	–
% > Tamiz N 200	54,23	–	–
Clasificación S.U.C.S.	SC	–	–
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-6(5)	–	–

**Fuente:** Elaboración Propia

**Cuadro N°25: Resumen de Clasificación de Suelos de la Calicata N°12**

CALICATA	C-12		
MUESTRA	M-1	M-2	M-3
PROF. (m)	0.20 – 0.60	0.60 – 2.80	–
Promedio de Humedad %	10,28	7,27	–
Limite Liquido %	29	18,4	–
Limite Plástico %	14,7	NP	–
Índice Plástico %	14,2	NP	–
% > Tamiz N 4	100	100	–
% > Tamiz N 10	99,84	99,69	–
% > Tamiz N 40	92,72	87,07	–
% > Tamiz N 200	55,58	26,05	–
Clasificación S.U.C.S.	CL	SM	–
Clasificación A.A.S.H.T.O	A-6(5)	A-2-4(0)	–

Fuente: Elaboración Propia

**4.2. Capacidad Portante****4.2.1. Angulo de Fricción, Cohesión y Capacidad Portante de suelos Arcillosos.****Cuadro N°26: Resumen de Ensayos de Corte Directo y Capacidad Portante de las Calicatas C-1, C-2, C-3.**

Calicata	C-1	C-2	C-3
Muestra	M-2	M-2	M-2
Profundidad (m)	1.5	1.5	1.5
Estado	Inalterado	Inalterado	Inalterado
Cohesión ( c ) (kg/cm <sup>2</sup> )	0.14	0.27	0.20
Angulo de Fricción ( $\phi$ )	16°	7°	12°
Carga ultima (kg/cm <sup>2</sup> )	2.30	1.44	1.82
Capacidad Portante (kg/cm <sup>2</sup> )	0.77	0.48	0.61

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N°27:** Resumen de Ensayos de Corte Directo y Capacidad Portante de las Calicatas C-7, C-8, C-10.

Cuadro Resumen de Ensayos Por el Método de Corte Directo y Capacidad Portante			
Calicata	C-7	C-8	C-10
Muestra	M-1	M-3	M-1
Profundidad (m)	1.5	1.5	1.5
Estado	Inalterado	Inalterado	Inalterado
Cohesión ( c ) ( kg/cm <sup>2</sup> )	0.14	0.19	0.25
Angulo de Fricción ( $\phi$ )	14°	13°	10°
Carga ultima (kg/cm <sup>2</sup> )	1.75	1.95	1.73
Capacidad Portante (kg/cm <sup>2</sup> )	0.58	0.65	0.58

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.2. Densidades, Angulo de Fricción y Capacidad Portante de Suelos Arenosos.

**Cuadro N°28:** Resumen de Densidades, Angulo de Fricción y Capacidad Portante de las Calicatas C-4, C-5, C-6.

Calicata	C-4	C-5	C-6
Densidad Natural (g/cm <sup>3</sup> )	1,700	1,586	1,585
Densidad Seca de Campo (g/cm <sup>3</sup> )	1,486	1,505	1,506
Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1,766	1,658	1,638
Densidad Mínima (g/cm <sup>3</sup> )	1,646	1,534	1,538
Densidad Relativa (%)	46,7	43,8	48,6
Angulo de Fricción ( $\phi$ )	23°	23°	22°
Cohesión (C) ( kg/cm <sup>2</sup> )	0	0	0
Carga ultima (kg/cm <sup>2</sup> )	2.91	2.71	2.42
Capacidad Portante (kg/cm <sup>2</sup> )	0.97	0.90	0.81

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N°29: Resumen de Densidades, Angulo de Fricción, Y Capacidad Portante de las Calicatas C-9, C-11, C-12.**

Calicata	C-9	C-11	C-12
Densidad Natural (g/cm <sup>3</sup> )	1,642	1,596	1,600
Densidad Seca de Campo (g/cm <sup>3</sup> )	1,487	1,482	1,491
Densidad Máxima (g/cm <sup>3</sup> )	1,678	1,646	1,664
Densidad Mínima (g/cm <sup>3</sup> )	1,607	1,536	1,650
Densidad Relativa (%)	50,4	56,3	45,6
Angulo de Fricción (φ)	24°	24°	22°
Cohesión (C) ( kg/cm <sup>2</sup> )	0	0	0
Carga ultima (kg/cm <sup>2</sup> )	3,14	3,05	2,45
Capacidad Portante (kg/cm <sup>2</sup> )	1,05	1,02	0,82

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.3 Resultados Obtenidos en base a la investigación del proyecto, de acuerdo a los indicadores de la estadística, por sectores.

**Cuadro N°30: Indicadores estadísticos de las características del sector 1 que consta de las calicatas C-5, C-6, C-7, C-11.**

Características	Estadísticos Descriptivos					
	Nº de calicatas	Min.	Max.	Media	Desviación Estándar	Coefficientes Variación
Promedio de humedad %	4	5.31	8.65	6.7675	1.4594	21.56
Limite Liquido %	4	19.2	37.7	24.9	7.5957	30.50
Limite Plástico %	4	14.2	16.7	14.925	1.0305	6.90
Índice plástico %	4	2.5	23.4	9.975	8.0902	81.10
% > Tamiz N 4	4	94.75	100	84.5875	26.6952	31.5593
% > Tamiz N 200	4	25.53	54.18	40.0725	10.2241	25.5140

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro N°31:** Indicadores estadísticos de las características del sector 2 que consta de las calicatas C-1, C-2, C-8, C-12.

Características	Estadísticos Descriptivos					
	Nº de calicatas	Min.	Max.	Media	Desviación Estándar	Coefficientes Variación
Promedio de humedad %	4	7.27	25.45	15.135	7.0083	46.3053
Limite Liquido %	4	18.4	58	35.7	14.3405	40.1695
Limite Plástico %	4	14.2	25.5	14.25	9.2050	64.5965
Índice plástico %	4	13.3	32.5	16.85	11.8744	70.4712
% > Tamiz N 4	4	100	100	100	0	0
% > Tamiz N 200	4	26.05	98.89	65.5525	28.7602	43.8735

**Fuente:** Elaboración Propia

**Cuadro N°32:** Indicadores estadísticos de las características del sector 3 que consta de las calicatas C-3, C-4, C-9, C-10.

Características	Estadísticos Descriptivos					
	Nº de calicatas	Min.	Max.	Media	Desviación Estándar	Coefficientes Variación
Promedio de humedad %	4	10.44	21.35	14.2725	4.3461	30.4509
Limite Liquido %	4	21.2	37.7	22.75	14.4126	63.3521
Limite Plástico %	4	14.3	21.6	12.95	7.9537	61.4185
Índice plástico %	4	6.9	16.2	9.775	6.7795	69.3555
% > Tamiz N 4	4	99.45	100	99.83	0.2257	0.2261
% > Tamiz N 200	4	18.95	69.91	44.34	18.7151	42.2082

**Fuente:** Elaboración Propia

## **V. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1. Análisis de Resultados**

En este ítem se analizan los suelos según como presentan sus propiedades físicas, mecánicas, en función al tipo de cimentación a recomendar; asimismo, establecer consideraciones a tener en cuenta para un buen comportamiento de la unidad suelo – estructura.

Como se puede apreciar en la zona de estudio, representado por el área geográfica del Centro Poblado las Palmas, para mejor comprensión del presente trabajo, se sectorizo determinando tres (03) sectores, y en estos se ejecutaron doce (12) calicatas en total, los que describimos:

**Sector 1** (Parte baja norte) Corresponde al área donde se excavaron las calicatas, C-5, C-6, C-7, C-11.

**Sector 2** (Parte baja sur) En este sector están las calicatas, C-1, C-2, C-8, C-12).

**Sector 3** (Parte alta) que consta de las siguientes calicatas, C-3, C-4, C-9, C-10.

El análisis en cada sector se está tomando como estrato de interés localizado a una profundidad de 1.50 m en promedio de cada calicata, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) Norma E.050, para el caso de cimentaciones superficiales, lo cual tomaremos como la delimitación del área de estudio.

#### **5.1.1. Análisis del Sector 1:**

Luego de realizar el trabajo de campo y laboratorio se puede precisar que, según la granulometría el mayor, porcentaje de partículas es finas que varía entre 25.53% - 54.18% y se clasifica como Arcillas inorgánicas (CL) en un 25%; de tipo cohesivo, y en mayor escala suelos gruesos que varían entre 94.75% - 100%, clasificándose en arena limosa (SM) en un 25%; arena limosa- arcillosa (SM-SC) en un 25%; arena arcillosa (SC) en un 25%, con propiedades friccionantes.

Respecto a su plasticidad las muestras presentan un Límite Líquido que varía de 19.2% a 37.7%, y un Índice de Plasticidad de 2.5% a 23.4%; analizando

respecto al potencial de expansión de los suelos, se puede precisar que presenta una plasticidad media de acuerdo al (R.N.E., Norma E. 050, Artículo 31.2), y con un contenido de humedad que varía de **5.31%** a **8.65%**, evaluándose como húmeda y una expansión media, de acuerdo a las Técnicas de Investigación de Campo, Descripción e Identificación de Suelos (Procedimiento Visual-Manual, Norma Aplicable (ASTM D 2488).

En este sector se efectuaron 4 calicatas, de las cuales se seleccionó una muestra inalterada extraída de la calicata **C-7**, para efectuar en el laboratorio el ensayo de **Corte Directo**, y así calcular la capacidad portante del suelo, resultando una resistencia de suelo de **0.58 kg/cm<sup>2</sup>**, evaluándose como de regular a malo, es de precisar que este sector abarca desde la parte de la entrada Norte del Centro Poblado Las Palmas (carretera Fernando Belaunde Terry) hacia la parte media del centro poblado.

Así mismo en este sector en las calicatas C-5, C-6, C-11, de acuerdo a las características del suelo descrito anteriormente y aplicando el método indirecto (Densidad Relativa) para la determinación del Angulo de Fricción Interna ( $\phi$ ), y de esta manera calcular la **Capacidad Portante** del suelo aplicando la teoría de Karl Tersaghi, resultan los valores de **0.90 kg/cm<sup>2</sup>**, **0.81 kg/cm<sup>2</sup>**, **1.02 kg/cm<sup>2</sup>**, respectivamente y se tomaría como valor el menor de los resultados, así como indica el (R.N.E., Norma E.050, Artículo 17).

#### **5.1.2. Análisis del Sector 2:**

El análisis realizado de la granulometría indica que un gran porcentaje de partículas finas, varía entre 26.05% - 98.89% y se clasifica como arcillas inorgánicas (CL) en un 50%; arcilla inorgánica (CH) en un 25% de tipos cohesivos, y en menor escala de suelos gruesos que esta entre el 100%, clasificándose en arena limosa (SM) en un 25% con propiedades friccionantes. **Respecto a su plasticidad presenta un límite líquido que varía de 18.4% a 58%**, y un índice de plasticidad de **13.3% a 32.5%**, evaluando como suelos expansivos, se precisa que presenta una plasticidad media, y con un contenido de humedad que varía de **7.27% a 25.45%**, (evaluándose húmeda).



En el presente sector se excavaron 4 calicatas de las cuales se seleccionaron muestras inalteradas que corresponde a las calicatas, **C-1, C-2, C-8**, y con ellos efectuar en el laboratorio el ensayo de **Corte Directo**, para calcular la capacidad portante resultando valores de 0.77 kg/cm<sup>2</sup>, 0.48 kg/cm<sup>2</sup>, 0.65 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente y se tomaría como valor la menor de estas, de acuerdo a la Norma E.050 del (R.N.E.), lo que se evalúa que la resistencia del suelo es de regular a malo, este sector abarca desde la parte media del Centro Poblado Las Palmas hacia la parte Sur de la Carretera Fernando Belaunde Terry.

Así mismo en este sector en la calicata C-12, de acuerdo a la característica del suelo, descrito anteriormente y aplicando el método indirecto (Densidad Relativa) para la determinación del Angulo de Fricción Interna ( $\phi$ ), y así calcular la **Capacidad Portante** del suelo aplicando la teoría de Karl Tersaghi, resultando un valor de 0.82 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **5.1.3. Análisis del Sector 3:**

Como se puede ver que según, la granulometría indica que, un gran porcentaje de partículas finas, varía entre **18.95% - 69.91%** y se clasifica como arcillas inorgánicas (CL) en un 50% de tipo cohesivo; y en menor porcentaje de suelos gruesos que varía entre 99.45% – 100%, clasificándose en arena limosa (SM) en un 25%; arena limosa- arcillosa (SM-SC) en un 25% con propiedades friccionantes.

**Referente a su plasticidad con un límite líquido que varía de 21.2% a 37.7%, y un índice de plasticidad de 6.9% a 16.2%, y evaluando el potencial de expansión de los suelos, se puede precisar que presenta una plasticidad media, y un contenido de humedad que varía de 10.44% a 21.35%, encontrándose húmeda.**

En el sector 3 se efectuaron 4 calicatas de las cuales se seleccionaron muestras inalteradas de las calicatas, **C-3, C-10**, para efectuar en el laboratorio el ensayo de **Corte Directo**, para calcular la capacidad portante del suelo dando como resultados 0.61 kg/cm<sup>2</sup>, 0.58 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente tomando como valor el menor de los resultados de acuerdo a la Norma E.050 del Reglamento Nacional

de Edificaciones (R.N.E), evaluándose de resistencia de regular a malo, este sector abarca la parte alta del Centro Poblado Las Palmas.

Así mismo en este sector en las calicatas C-4, C-9, de acuerdo a las características del suelo, descrito anteriormente y aplicando el método indirecto (Densidad Relativa) para la determinación del Angulo de Fricción Interna ( $\phi$ ), y así calcular la **Capacidad Portante** del suelo aplicando la teoría de Karl Terzaghi, resultando los valores de  $0.97 \text{ kg/cm}^2$ ,  $1.05 \text{ kg/cm}^2$ , se tomara el valor menor, así como se indica en el (R.N.E., Norma E.050, Artículo 17).

#### **5.1.4. Análisis del Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F)**

Durante el periodo de Julio a Octubre del 2013, en la exploración de campo no se detectó la presencia del Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F), constituyendo una condición favorable, principalmente para el desarrollo de los procedimientos constructivos.

Es importante mencionar que el Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F.), puede variar dependiendo en la época del año y de la intensidad de las lluvias.

#### **5.1.5. Análisis Generales de cimentación Respecto Al Suelo Estudiado.**

Evaluando las características del suelo del área de estudio del proyecto se considera necesario un sistema de cimentación superficial.

### **5.2. Discusión de Resultados**

Con base en el análisis de los resultados obtenidos en la investigación geotécnica efectuada, y complementándose con el análisis estadístico se puede evaluar de la siguiente manera:

- En términos generales se pudo observar, que las características de los suelos de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de suelos (S.U.C.S) corresponde a suelos variables como, Suelos Finos, y Suelos Granulares.

Y de acuerdo a la Estadística Descriptiva en el cálculo de los indicadores estadísticos, en el área de estudio nos presenta que es heterogénea en base al resultado del indicador (Coeficiente de Variación), es de precisar

que : Si los resultados son menores al 10% las muestras son homogéneas, y cuando son mayores que el 10% son heterogéneas. En nuestro caso son mayores que el 10% y representa a un suelo heterogéneo.

- En base a los resultados de capacidad portante obtenidos en los sectores se escogió el menor de cada sector de acuerdo a la Norma E.050, Artículo 17 del R.N.E. dando como valores:

**En el sector 1**, la capacidad portante es de  $0.58 \text{ kg/cm}^2$ . Este sector abarca el área desde la parte baja norte hacia la parte media del Centro Poblado Las Palmas.

**En el sector 2**, la capacidad de carga es de  $0.48 \text{ kg/cm}^2$ . Este sector abarca el área desde la parte media hacia la parte norte del Centro Poblado Las Palmas.

**En el sector 3**, la capacidad portante es de  $0.58 \text{ kg/cm}^2$ . Este sector abarca el área de la parte alta del Centro Poblado Las Palmas.

Y comparando con los resultados de capacidad portante del estudio realizado en la zona cercana al área de investigación: Estudio, “**Mapa de Peligros de las Ciudades de Tarapoto, Morales y La Banda De Shilcayo**”, elaborado por INDECI, y que se detalla a continuación:

**En la zona I**, la capacidad portante es de  $0.78 \text{ kg/cm}^2$ . Ubicada en el área de expansión urbana del Distrito de Morales, en el Distrito de Tarapoto abarca el área de la Hoyada, Partido Alto, Comercio y en el Distrito de la Banda de Shilcayo, entre los jirones las Palmeras, Marginal Sur y Asentamiento Humano Eliane Karp.

**En la zona II**, la capacidad Portante es de  $1.86 \text{ kg/cm}^2$ . Ubicada en el Distrito de Morales, en forma paralela al río Cumbaza en la margen derecha, en el Distrito de Tarapoto abarca el área de Sacha Puquio, Pueblo Joven Nueve de Abril, Punta del Este y en el Distrito de la Banda de Shilcayo abarca la zona del sector Colegio Virgen Dolorosa y Vía de Evitamiento.

**En la zona III**, la capacidad portante es de  $1.77 \text{ kg/cm}^2$ . Ubicada en el Distrito de Tarapoto sector Atumpampa, sector Aeropuerto Y asentamientos humanos el Porvenir, 10 de Agosto, 2 de Mayo, barrio

Suchiche, en el Distrito de la Banda de Shilcayo, entre el jirón las Palmeras, sector del Hotel Rio Shilcayo.

**En la zona IV**, la capacidad portante es de  $0.82 \text{ kg/cm}^2$ ; en el Distrito de Tarapoto, sector Villa Universitaria, asentamiento el Porvenir y los Andes.

Los resultados de capacidad portante del Proyecto de investigación nos presentan muy bajos a comparación de los resultados del Estudio mencionado, por lo que para el área de investigación del suelo a cimentar necesita un reemplazo o mejoramiento del material superficial, recomendando utilizar cimentaciones superficiales de tipo: Zapatas aisladas, conectadas y combinadas; cimentaciones continuas (Cimientos Corridos) y las plateas de cimentación. Lo cual se indica en el (R.N.E., Norma E.050, capítulo IV, Artículo 18).

- Respecto a los valores obtenidos de capacidad portante de suelos finos en el trabajo de investigación, cuyas características de resistencia están dadas principalmente por su Angulo de Fricción y Cohesión, lo cual se puede estimar que están en función al Corte Directo proporcionando los siguientes valores:

**En el sector 1**, la capacidad portante es de  $0.58 \text{ kg/cm}^2$ .

**En el sector 2**, la capacidad de carga es de  $0.48 \text{ kg/cm}^2$

**En el sector 3**, la capacidad portante es de  $0.58 \text{ kg/cm}^2$ .

Tenemos resultados de Capacidad Portante de suelos gruesos que se menciona a continuación son los obtenidos, en función al método indirecto (**densidad Relativa**), resultando los siguientes valores:

**En el sector 1**, la capacidad portante es de  $0.81 \text{ kg/cm}^2$ .

**En el sector 2**, la capacidad de carga es de  $0.82 \text{ kg/cm}^2$

**En el sector 3**, la capacidad portante es de  $0.97 \text{ kg/cm}^2$ .

Comparando los resultados obtenidos de Capacidad Portante entre suelos gruesos y suelos finos los valores en suelos gruesos son más altos que los resultados que se obtuvo en suelos finos, llegando a la

conclusión que los suelos gruesos son friccionantes, y mejores para cimentar edificaciones.

### 5.3 Selección de alternativas.

En base a los análisis y discusiones de los resultados del área de estudio, se puede predecir las siguientes alternativas:

#### Primera Alternativa.-

- Realizar cimentaciones superficiales de tipo: Zapatas aisladas, combinadas, corridas y plateas de cimentación.

#### Segunda Alternativa.-

- Ejecutar cimentaciones profundas.

#### Alternativa Seleccionada.-

- Según las características del suelo encontrado en el área de estudio, las Capacidades Portantes encontradas, el tipo de drenaje existente en el área investigada, se selecciona la primera alternativa.

### 5.4 Contrastación de Hipótesis.

En base a la información de campo obtenida en la investigación nos permite ayudarnos de la estadística inferencial para la toma de decisiones.

Es así que podemos ordenar la información según los cuadros N°33,34, considerando los valores de la cohesión, ángulo de fricción y la capacidad portante admisible, siendo que esta última, es la consecuencia de las dos primeras. Veamos:

**Cuadro N°33: Modelo de Regresión Para la Capacidad Portante en Relación a la Cohesión y el Ángulo de Fricción en Material Arcillas**

Datos			
Calicata	Cohesión kg/cm <sup>2</sup>	Ángulo de Fricción	Capacidad Portante kg/cm <sup>2</sup>
c-1	0.14	16°	0.77
c-2	0.27	7°	0.48
c-3	0.20	12°	0.61
c-7	0.14	14°	0.58
c-8	0.19	13°	0.65
c-10	0.25	10°	0.58

Fuente: Elaboración Propia

De la información obtenida en el cuadro N°33 podemos establecer el valor de la Capacidad Portante del suelo, conociendo el valor de la cohesión y el ángulo de fricción interna ( $\phi$ ), según la ecuación siguiente:

$$\text{Capacidad Portante} = 0,5383 - 0.6494 \text{ Cohesión} + 0.0168 \text{ Ángulo de Fricción}$$

Logrando un  $R^2 = 0,6841$  que indica que la variabilidad de Capacidad Portante en el Modelo Empírico es explicada en un 68,41% por la Cohesión y el Ángulo de Fricción; además el modelo es significativo ( $p = 0,05$ ); su importancia radica es que teniendo valores de cualquiera dos variables podemos estimar los valores de la tercera dentro del ámbito territorial del estudio.

Para el caso del suelo no Cohesivo tenemos el cuadro N°34

**Cuadro N°34: Modelo de Regresión Para la Capacidad Portante en Relación al Ángulo de Fricción en Material Arenas**

<b>Datos</b>			
<b>Calicata</b>	<b>Cohesión kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>Ángulo de Fricción</b>	<b>Capacidad Portante kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>c-4</b>	0	22°	0.97
<b>c-5</b>	0	23°	0.90
<b>c-6</b>	0	22°	0.81
<b>c-9</b>	0	24°	1.05
<b>c-11</b>	0	24°	1.02
<b>c-12</b>	0	22°	0.82

**Fuente: Elaboración Propia**

Asimismo, según la información que nos da el cuadro N°34, podemos establecer el valor de la Capacidad Portante del suelo, conociendo el valor del ángulo de fricción interna ( $\phi$ ), según la ecuación siguiente:

$$\text{Capacidad Portante} = - 0,9512 + 0,0824 \text{ Ángulo de Fricción}$$

Obteniendo un  $R^2 = 0,6376$  que indica que la variabilidad de Capacidad Portante en el Modelo Empírico es explicada en un 63,76% por el Ángulo de Fricción; además el modelo es significativo ( $p = 0,05$ ); su capacidad predictiva nos proporciona la posibilidad de estimar el valor de una característica conociendo el valor de la otra, indistintamente sea el ángulo de fricción o la capacidad portante dentro de los suelos del ámbito del estudio.

De manera que con el aporte de la estadística inferencial con precisión del 5% ( $P = 0.05$ ) podemos indicar que los valores indicados para la Capacidad Portante del suelo del Centro Poblado Las Palmas son altamente significativos y nos permiten afirmar que son seguros para cimentar edificaciones. De esta manera, estamos validando nuestra hipótesis por cuanto "Los valores de Capacidad Portante determinados para los suelos

del Centro Poblado Las Palmas si influirá favorablemente en la cimentación de edificaciones seguras, favoreciendo su crecimiento y desarrollo.

Efectuando una comparación de los resultados obtenidos en el estudio con los obtenidos por Lara Montani "Microzonificación Sísmica de las Ciudades de Moyobamba, Rioja, Soritor", se puede indicar lo siguiente:

**Sector I:  $q_{adm.} = 0.58 \text{ kg/cm}^2$ , el suelo es de condición habitable.**

**Sector III:  $q_{adm.} = 0.58 \text{ kg/cm}^2$ , el suelo es de condición habitable.**

**Sector II:  $q_{adm.} = 0.48 \text{ kg/cm}^2$ , el suelo es de condición crítica.**

Lo que implica tener mucho cuidado al momento de planificar y/o definir una cimentación.

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los resultados de las exploraciones, ensayos de resistencia en el laboratorio, efectuando posteriormente los cálculos y análisis respectivamente se establece las siguientes consideraciones finales.

### 6.1 Conclusiones

El Presente Trabajo de investigación por tesis profesional ha consistido en la ejecución del **“Estudio de la Capacidad Portante de los Suelos del Centro Poblado las Palmas, Distrito de la Banda de Shilcayo**, ubicado en el Distrito de la Banda de Shilcayo, Provincia de San Martín y en el Departamento de San Martín.

1. De acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S), se ha determinado en los diferentes sectores, los siguientes tipos de suelos: CL (Arcilla Inorgánica de Baja Plasticidad), SM (Arena Limosa), SC (Arena Arcillosa), SM-SC (Arena Limosa-Arcillosa), CH (Arcilla Inorgánica de Alta Plasticidad).
2. La capacidad de Carga Admisible en el área de estudio es:  
En el sector 1, la capacidad portante es de  $0.58 \text{ kg/cm}^2$ .  
En el sector 2, la capacidad de carga es de  $0.48 \text{ kg/cm}^2$ .  
En el sector 3, la capacidad portante es de  $0.58 \text{ kg/cm}^2$ .
3. En el área de estudio el grado de permeabilidad según el tipo de suelo es:  
En el sector 1, es permeable.  
En el sector 2, es medianamente permeable.  
En el sector 3, es medianamente permeable.  
Y que en épocas de grandes precipitaciones pluviales se producen las infiltraciones en los suelos.
4. De acuerdo a sus características geotécnicas el suelo es:  
**En el sector 1**, constituidas por arena limosa de plasticidad media, poco húmeda, consistencia firme de color marrón, y suelo de arcilla inorgánica de plasticidad media, húmeda, consistencia firme de color marrón oscuro y sin presencia del Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F)



**En el sector 2**, conformados por suelos arcillosos de plasticidad media, húmeda, consistencia media de color marrón oscuro y suelo por arena limosa no plástica, poco húmeda, consistencia suave de color beige oscuro y sin presencia del Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F).

**En el sector 3**, presentan suelos arcillosos de plasticidad media, húmeda, consistencia firme de color marrón claro, y suelos de arena limosa de plasticidad baja, poco húmeda, consistencia suave de color marrón oscuro y sin presencia del Nivel de Aguas Freáticas (N.A.F)

5. La investigación realizada constituye una alternativa técnica, para la determinación de la capacidad portante del suelo mediante la aplicación de la teoría de Karl Tersaghi.

## **6.2 Recomendaciones**

1. Se recomienda que trabajos de investigación geotécnica similares, deben continuar ejecutando en los demás centros poblados de la zona con la finalidad de elaborar un mapa de suelos a nivel regional.
2. Es recomendable que la cimentación de las estructuras será de tipo superficial, cimentación corrida, cimentación cuadrada, teniéndose en cuenta las cargas a soportar, y a una profundidad de desplante de 1.50 m. mínima.
3. Se recomienda al momento de realizar el diseño de una carga estructural de una vivienda, debe ser menor o igual, valiéndose de los valores de la capacidad portante.
4. Considerando que el área de estudio en épocas de grandes precipitaciones pluviales es recomendable diseñar sistemas de drenaje adecuados para evacuar las aguas pluviales.
5. En general para los tres sectores se recomienda un reemplazo o mejoramiento de material superficial, en un espesor adecuado en el sitio de interés para edificaciones que se construyan.
6. Es recomendable utilizar para determinar la capacidad portante del suelo, la teoría de Karl Tersaghi porque brinda resultados aceptables.
7. Respecto al Factor de Seguridad, se aplicará para obtener la capacidad portante del suelo de fundación un Factor de Seguridad (F.S. = 3); tal como lo indica el

Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E.) Norma E. 0.50 Suelos y Cimentaciones, Artículo 16.a.

8. Las conclusiones y recomendaciones presentes sólo se aplican al terreno estudiado, no pudiendo aplicarla para otros fines u otros sectores; pero si se pueden utilizar como texto de referencia para nuevos trabajos de investigación o consulta.
9. Se recomienda realizar similar al proyecto de investigación **“Estudio de la Capacidad Portante de los Suelos del centro Poblado las Palmas Distrito de la Banda de Shilcayo”**. En épocas de invierno permitiendo conocer el nivel freático.

## **VII. BIBLIOGRAFÍA**

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 7.1** Alva Hurtado, Jorge E. (2011), "Diseño de Cimentaciones". Fondo Editorial ICG. Primera Edición. Lima – Perú.
- 7.2** Braja M. Das. (2001), "Principios de Ingeniería de Cimentaciones ", Internacional Thomson Editores, Cuarta Edición, México.
- 7.3** Bowles, Joseph E. (1980), "Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil" Editorial McGRAW – HILL LATINOAMERICANA, S.A., Bogotá – Colombia.
- 7.4** Córdova Flores, Raúl (2010), Informe de Ingeniería: "Metodología para la Determinación de la Capacidad Portante del Suelo para la Cimentación del Proyecto de la I.E N° 0101 Luis Walter Alvarado Bartra- Chazuta" Tarapoto – Perú
- 7.5** Córdova Zamora, Manuel (2009), "Estadística Descriptiva e Inferencial "Editorial Moshera S.R.L., Quinta Edición, Lima – Perú
- 7.6** Herrera Delgado, José Ronal (2010), Informe de Ingeniería "Metodología Para la Determinación de la Capacidad Portante para la Cimentación de una Vivienda Unifamiliar" Tarapoto-Perú.
- 7.7** INDECI – PNUD PER/02/051 (2010), Ciudades Sostenibles Estudio "Mapa de Peligros de las Ciudades de Tarapoto, Morales y la Banda de Shilcayo"
- 7.8** Jiménez Flores, Jorge Fernando (2010), Tesis "Zonificación de la Capacidad Portante del suelo de la Banda de Shilcayo" Tarapoto-Perú.
- 7.9** Juárez Badillo- Rico Rodríguez (1985), "Fundamentos de la Mecánica de Suelos", Tomo I., Editorial Limusa, Tercera Edición, México.
- 7.10** Juárez Badillo - Rico Rodríguez (1984), "Teoría y Aplicaciones de la Mecánica de Suelos". Tomo II., Editorial Limusa, Tercera Edición, México.
- 7.11** Lara Montani, José Luis (1991) "Microzonificación Sísmica de las Ciudades Moyobamba, Rioja, Zoritor, Tesis de Grado, U.N.I, Lima Perú.

- 7.12** Motta Zevallos, Rosendo Y. (2004), "Cimentaciones Superficiales", Especialistas en Geotecnia y Vías Terrestre, Cuzco – Perú.
- 7.13** Reglamento Nacional de Edificaciones (2013), "Norma E .050 Suelos y Cimentaciones", Tomo 2, Fondo Editorial ICG, Séptima Edición, Lima – Perú.
- 7.14** Rocha Sandoval, César Augusto (2010), Tesis: "Zonificación de la Capacidad Portante del Suelo del Distrito de Morales" – Perú.
- 7.15** Tomlinson M.J, (2002), "Cimentaciones Diseño y Construcción". Segunda Reimpresión.

#### **LINKOGRAFIA**

- 7.16** [http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_agronomicas/villar04/parte02/02.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_agronomicas/villar04/parte02/02.html)

## **VIII: ANEXOS**

## VIII: ANEXOS

# **ANEXO N°01: ENSAYOS DE LABORATORIO CLASIFICACION DE SUELOS**

**CALICATA N°01**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo.

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m)

10/10/2013

C-1

M-1

0,40-1,20

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	11	46	2
Peso de lata, grs.	20,60	20,50	20,70
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	153,50	152,30	153,70
Peso del suelo seco + lata, grs.	135,80	136,10	135,90
Peso del agua, grs.	17,70	16,20	17,80
Peso del suelo seco, grs.	115,20	115,60	115,20
% de humedad	15,36	14,01	15,45
Promedio de humedad, %	14,94		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
Peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 33216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo.

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-1

Prof.(m.) 0,40-1,20

Muestra: M-1

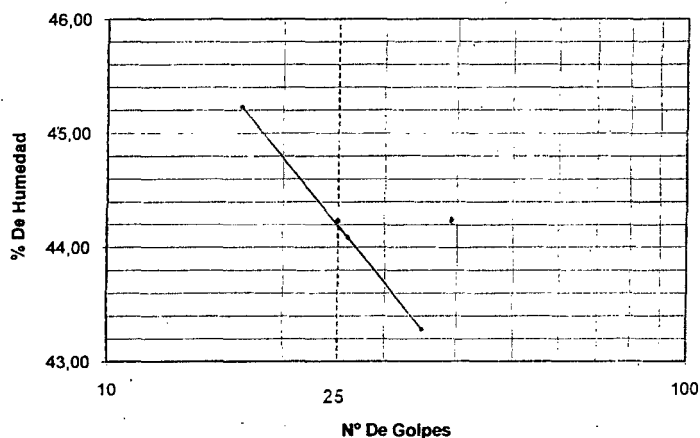
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	31	10	5
Peso de lata, grs.	10,95	10,69	10,72
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	39,75	38,11	38,66
Peso del suelo seco + lata, grs.	30,78	29,72	30,22
Peso del agua, grs.	8,97	8,39	8,44
Peso del suelo seco, grs.	19,83	19,03	19,50
% de Humedad.	45,23	44,09	43,25
Número de golpes	17	26	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



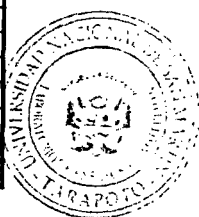
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	44,2
Límite Plástico (%)	16,5
Indice de Plasticidad Ip. (%)	27,8
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(26)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	10	4
Peso de lata, grs.	10,68	10,82
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	35,22	33,01
Peso del suelo seco + lata, grs.	31,75	29,87
Peso del agua, grs.	3,47	3,14
Peso del suelo seco, grs.	21,07	19,05
% de Humedad.	16,47	16,43
% Promedio		16,43

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 26215  
JEFE DE LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

temunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo.

Progresiva:

Entidad:

Sondeo:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Calicata:

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Prof.(m.): 0,40-1,20

Muestra: C-1

Estructura:

Fecha: 10/10/2013

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						
5"	127,00					Modulo de Fineza AF:
4"	101,60					Modulo de Fineza AG:
3"	76,20					Ecuivalente de Arena:
2"	50,80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10					Arcilla de plasticidad media.
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760		0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 10	2,000	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 16	1,190	0,21	0,11%	99,90%		
Nº 20	0,840	0,15	0,08%	99,82%		
Nº 30	0,590	0,31	0,16%	99,67%		
Nº 40	0,426	0,52	0,26%	99,41%		
Nº 50	0,297	0,88	0,44%	98,97%		
Nº 60	0,250	0,62	0,31%	98,66%		
Nº 80	0,177	1,77	0,89%	97,77%		
Nº 100	0,149	1,91	0,96%	96,82%		
Nº 200	0,074	11,13	5,57%	91,25%		
Fondo	0,01	182,50	91,25%	100,00%		
TOTAL		200,00			A B	

SUCS =	CL	AASHTO =	A-7-6(26)
LL =	44,2	WT =	0,00
LP =	16,5	WT+SAL =	200,00
IP =	27,8	WSAL =	200,00
IG =	0	WT+SDL =	17,50
		WSDL =	17,50
D 90 =		%ARC. =	91,25
D 60 =		%ERR. =	0,00
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

Observaciones:

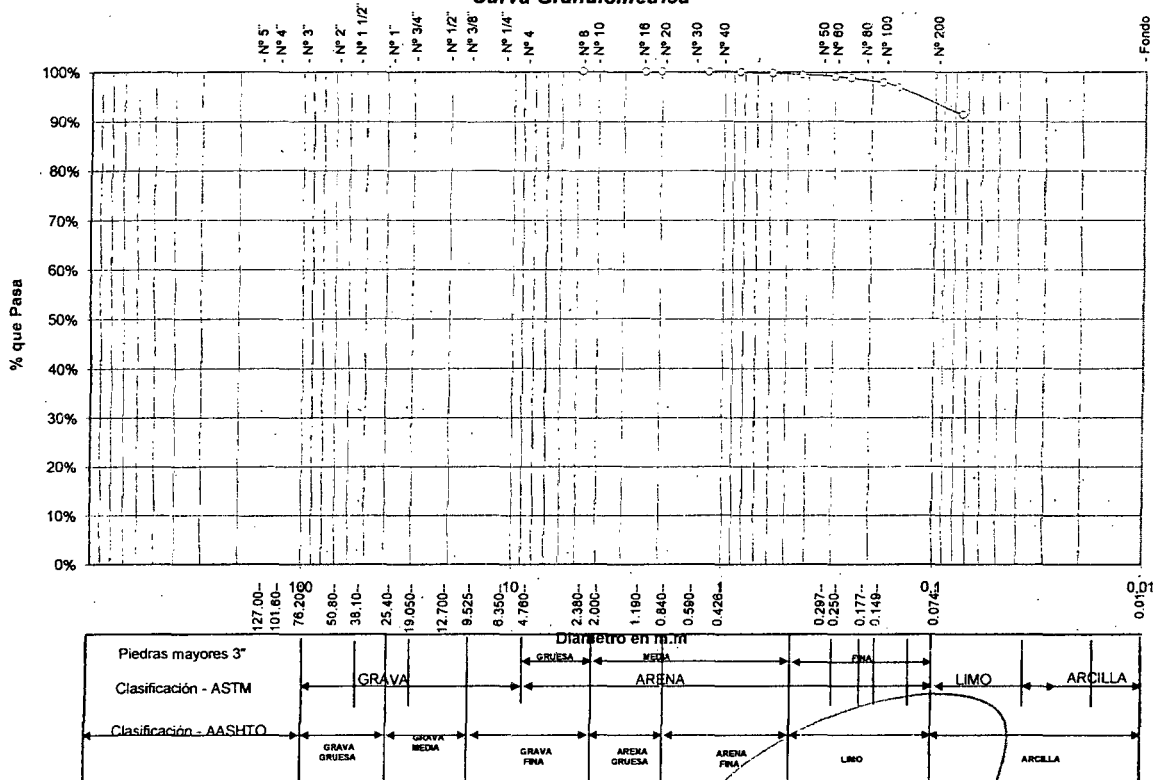
Muestra recibida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

14,94

## Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 30215  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

temunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-1

Muestra: M-2

Prof.(m.) 1,20-2,00

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	17	8	12
Peso de lata, grs.	20,40	20,50	20,50
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	163,40	161,50	161,10
Peso del suelo seco + lata, grs.	142,00	140,90	140,00
Peso del agua, grs.	21,40	20,60	21,10
Peso del suelo seco, grs.	121,60	120,40	119,50
% de humedad	17,60	17,11	17,66
Promedio de humedad, %	17,46		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
Peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36215  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Sondeo:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Calicata:

C-1

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Prof.(m.):

1,20-2,00

Estructura:

Muestra:

M-2

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

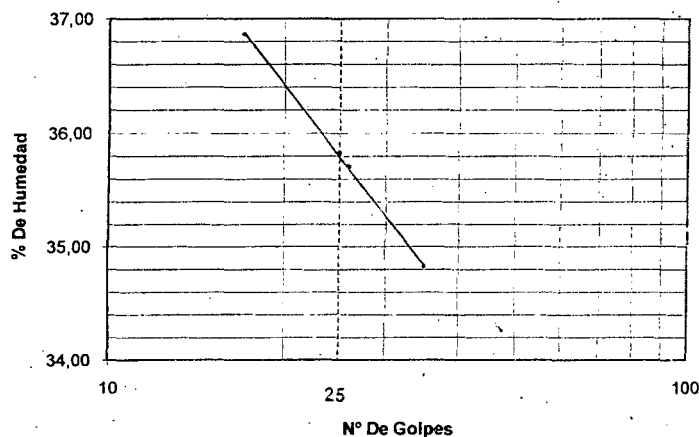
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	6	7	14
Peso de lata, grs.	10,67	10,67	10,82
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	36,25	31,99	34,32
Peso del suelo seco + lata, grs.	29,36	26,38	28,25
Peso del agua, grs.	6,89	5,61	6,07
Peso del suelo seco, grs.	18,69	15,71	17,43
% de Humedad.	36,86	35,71	34,83
Número de golpes	17	26	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	35,8
Límite Plástico (%)	14,2
Indice de Plasticidad Ip (%)	21,6
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(18)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	13	4	
Peso de lata, grs.	10,63	10,82	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	36,87	33,01	
Peso del suelo seco + lata, grs.	33,61	30,24	
Peso del agua, grs.	3,26	2,77	
Peso del suelo seco, grs.	22,98	19,42	
% de Humedad.	14,19	14,26	
% Promedio		14,22	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 35210  
JEFE DE LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-1

Prof.(m.): 1,20-2,00

Muestra: M-2

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						
5"	127,00					Modulo de Fineza AF:
4"	101,60					Modulo de Fineza AG:
3"	76,20					Ecuivalente de Arena:
2"	50,80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10					Arcilla de plasticidad media con arena fina.
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350					
Nº 4	4,750		0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 10	2,000	0,11	0,06%	99,95%		
Nº 16	1,190	0,13	0,07%	99,88%		
Nº 20	0,840	0,14	0,07%	99,81%		
Nº 30	0,590	0,29	0,15%	99,67%		
Nº 40	0,426	0,58	0,29%	99,38%		
Nº 50	0,297	1,66	0,83%	98,55%		
Nº 60	0,250	1,48	0,74%	97,81%		
Nº 80	0,177	3,61	1,81%	96,00%		
Nº 100	0,149	2,76	1,38%	94,62%		
Nº 200	0,074	16,83	8,42%	86,21%		
Fondo	0,01	172,41	86,21%	100,00%		
TOTAL	200,00				A B	

SUICS =	CL	AASHTO =	A-6(18)
LL =	35,8	WT =	0,00
LP =	14,2	WT+GAL =	200,00
IP =	21,6	WSAL =	200,00
IG =	0	WT+SDL =	27,59
		WSDL =	27,59
D 90 =		%ARC. =	86,21
D 60 =		%ERR. =	0,00
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

Observaciones:

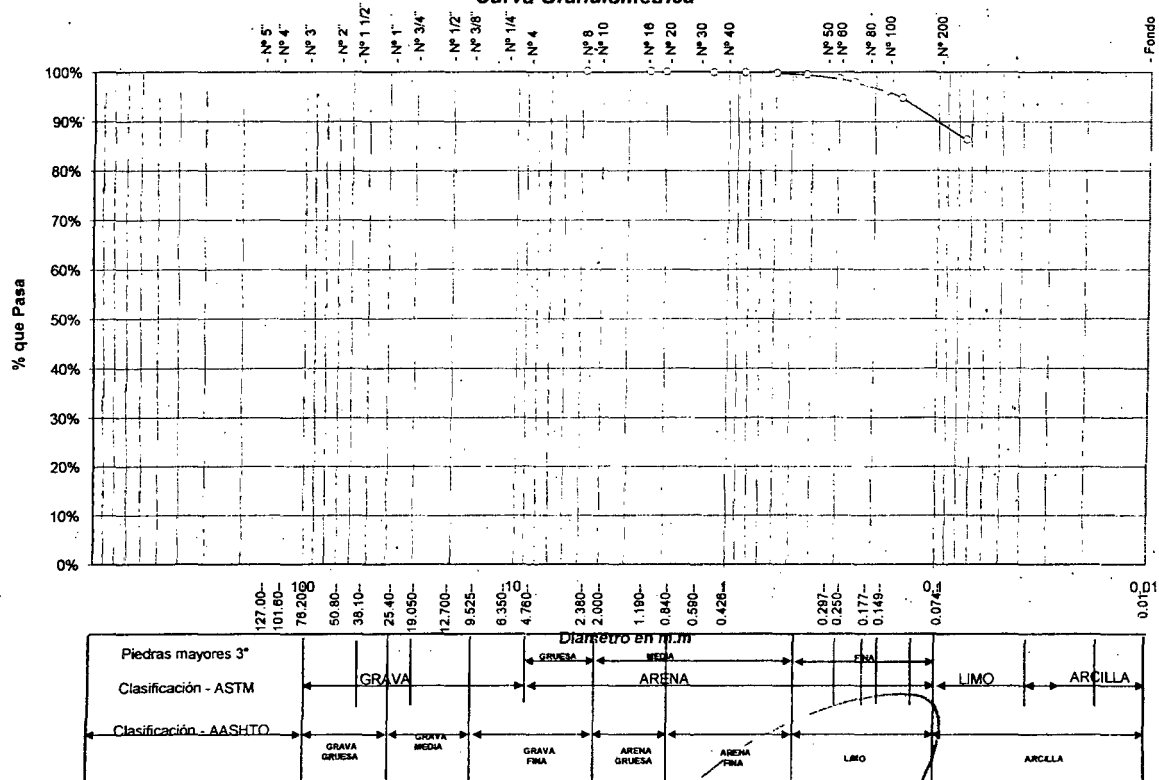
Muestra recibida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

17,46

## Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36215  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA

Ubicación: BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

Fecha:

10/10/2013

C-1

M-3

2,00-2,80

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	5	7	50
Peso de lata, grs.	20,40	20,60	20,50
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	169,40	169,90	164,60
Peso del suelo seco + lata, grs.	147,40	147,40	143,30
Peso del agua, grs.	22,00	22,50	21,30
Peso del suelo seco, grs.	127,00	126,80	122,80
% de humedad	17,32	17,74	17,35
Promedio de humedad, %	17,47		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERIC TAÑOMENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 35216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo.

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-1

Prof.(m.): 2,00-2,80

Muestra: M-3

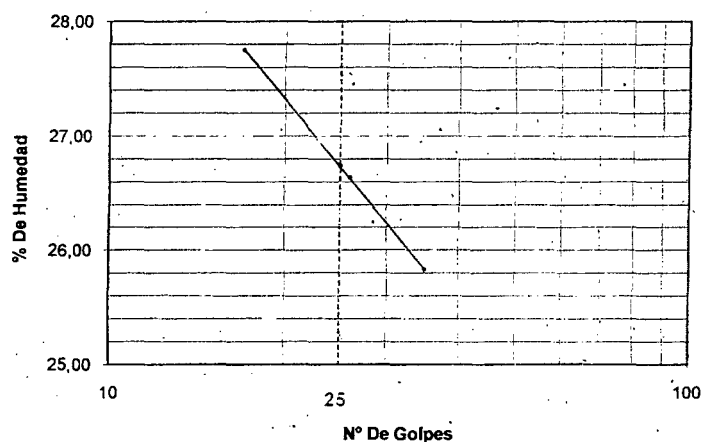
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	6	16	45
Peso de lata, grs.	10,68	10,51	10,83
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	47,74	40,84	42,30
Peso del suelo seco + lata, grs.	39,69	34,46	35,84
Peso del agua, grs.	8,05	6,38	6,46
Peso del suelo seco, grs.	29,01	23,95	25,01
% de Humedad.	27,75	26,64	25,83
Número de golpes	17	26	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Índice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	26,7
Límite Plástico (%)	13,4
Índice de Plasticidad Ip (%)	13,3
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(4)
Índice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	47	15
Peso de lata, grs.	10,72	10,78
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	31,98	31,00
Peso del suelo seco + lata, grs.	29,48	28,59
Peso del agua, grs.	2,50	2,41
Peso del suelo seco, grs.	18,76	17,81
% de Humedad.	13,33	13,53
% Promedio		13,43

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA ESCOBAR  
INGENIERO CIVIL CIP 113510  
JEFE DE LABORATORIO





## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2910@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo.

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-1

Prof.(m.):

2,00-2,80

Muestra:

M-3

Fecha:

10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:	Modulo de Fineza AF:	Modulo de Fineza AG:	Equivalente de Arena:	Descripción Muestra:
Ø (mm)										
5"	127,00									
4"	101,60									
3"	76,20									
2"	50,80									
1 1/2"	38,10									
1"	25,40									
3/4"	19,050									
1/2"	12,700			100,00%						
3/8"	9,525			100,00%						
1/4"	6,350			100,00%						
Nº 4	4,760	3,08	1,54%	98,46%						
Nº 8	2,380	1,51	0,76%	97,71%						
Nº 10	2,000	0,68	0,34%	97,37%						
Nº 16	1,190	2,93	1,47%	95,90%						
Nº 20	0,840	2,65	1,33%	94,58%						
Nº 30	0,590	3,83	1,92%	92,66%						
Nº 40	0,426	5,17	2,59%	90,08%						
Nº 50	0,297	8,71	4,36%	85,72%						
Nº 60	0,250	6,05	3,03%	82,70%						
Nº 80	0,177	13,94	6,97%	75,73%						
Nº 100	0,149	9,65	4,83%	70,90%						
Nº 200	0,074	34,58	17,29%	53,61%						
Fondo	0,01	107,22	53,61%	100,00%						
TOTAL	200,00				A B					

SUCS =	CL	AASHTO =	A-6(4)
LL =	26,7	WT =	0,00
LP =	13,4	WT+SAL =	200,00
IP =	13,3	WSAL =	200,00
IG =	0	WT+SDL =	92,78
		WSDL =	92,78
D 90 =		%ARC. =	53,61
D 60 =		%ERR. =	0,00
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

Observaciones:

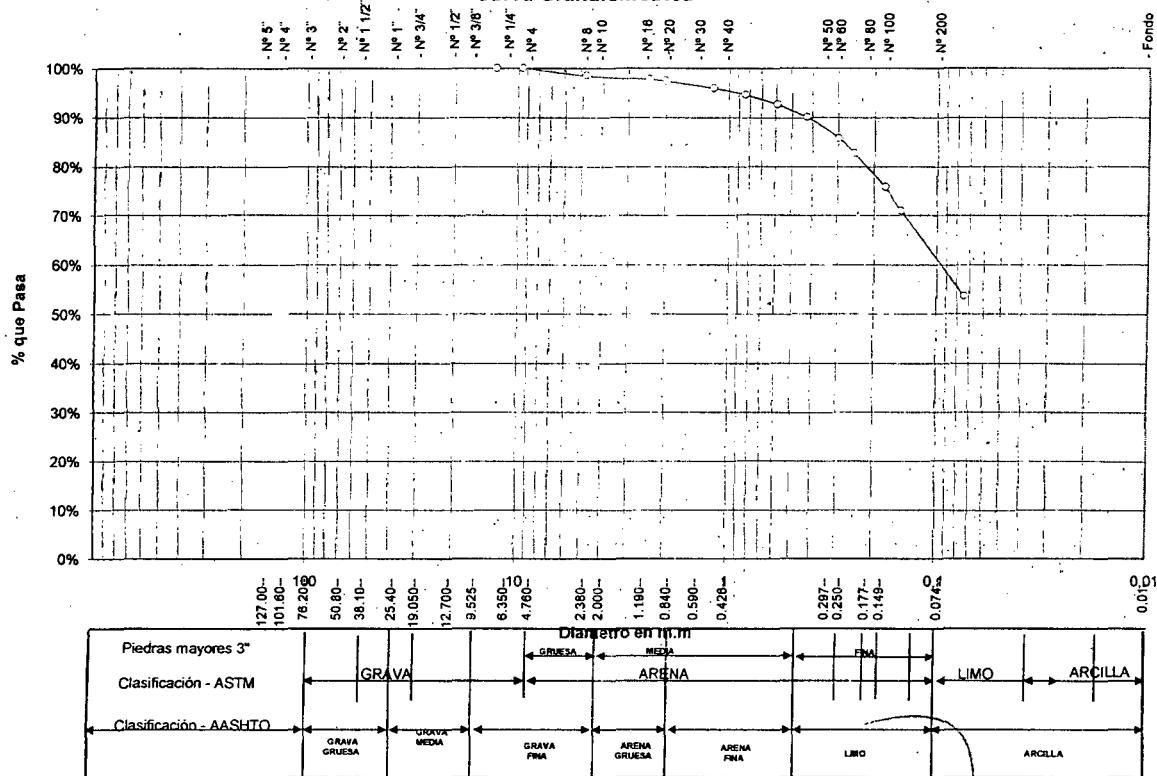
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

17,47

Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 3621  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°02**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

10/10/2013

C-2

M-1

0,40-1,10

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	51	16	72
Peso de lata, grs.	20,43	20,56	20,62
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	125,35	128,10	129,50
Peso del suelo seco + lata, grs.	110,00	112,30	113,40
Peso del agua, grs.	15,35	15,80	16,10
Peso del suelo seco, grs.	89,57	91,74	92,78
% de humedad	17,14	17,22	17,35
Promedio de humedad, %	17,24		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36218  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA

Ubicación: BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Prof.(m.)

Muestra:

C-2

0,40-1,10

M-1

Coordenadas:

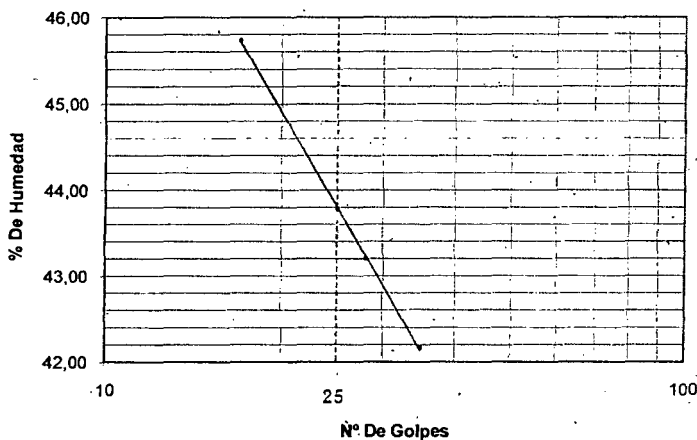
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	61	27	22
Peso de lata, grs.	10,69	11,04	10,93
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	33,62	36,70	34,70
Peso del suelo seco + lata, grs.	26,42	28,96	27,65
Peso del agua, grs.	7,20	7,74	7,05
Peso del suelo seco, grs.	15,73	17,92	16,72
% de Humedad.	45,73	43,19	42,17
Número de golpes	17	28	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



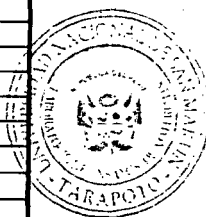
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	43,8
Límite Plástico (%)	16,6
Indice de Plasticidad Ip (%)	27,2
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(26)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	25	70	
Peso de lata, grs.	10,83	10,92	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	29,42	39,24	
Peso del suelo seco + lata, grs.	26,80	35,16	
Peso del agua, grs.	2,62	4,08	
Peso del suelo seco, grs.	15,97	24,24	
% de Humedad.	16,41	16,83	
% Promedio		15,62	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BEDERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 30231  
JEFE DE LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-2

Prof.(m.): 0,40-1,10

Muestra: M-1

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						
5"	127,00					Modulo de Fineza AF:
4"	101,60					Modulo de Fineza AG:
3"	76,20					Equivalente de Arena:
2"	50,80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10					Arcilla de mediana plasticidad.
1"	25,40					
3/4"	19,050					SUCS =
1/2"	12,700					CL =
3/8"	9,525					AASHTO =
1/4"	6,350					WT =
Nº 4	4,760	0,00	0,00%	100,00%		WT+SAL =
Nº 8	2,380	0,16	0,08%	99,92%		WSAL =
Nº 10	2,000	0,17	0,09%	99,91%		WT+SDL =
Nº 16	1,190	1,16	0,58%	98,84%		WSDL =
Nº 20	0,840	0,16	0,83%	99,18%		%ARC. =
Nº 30	0,590	1,72	0,86%	98,32%		%ERR. =
Nº 40	0,426	1,34	0,67%	97,65%		Cc =
Nº 50	0,297	0,20	0,10%	97,55%		Cu =
Nº 60	0,250	1,33	0,67%	96,88%		
Nº 80	0,177	1,35	0,68%	96,21%		
Nº 100	0,149	1,59	0,80%	95,41%		
Nº 200	0,074	6,17	3,09%	92,33%		
Fondo	0,01	184,65	92,33%	100,00%		
TOTAL	200,00				A B	

Observaciones:

Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =

Peso del tarro =

Peso del tarro + Mh =

Peso del tarro + Ms =

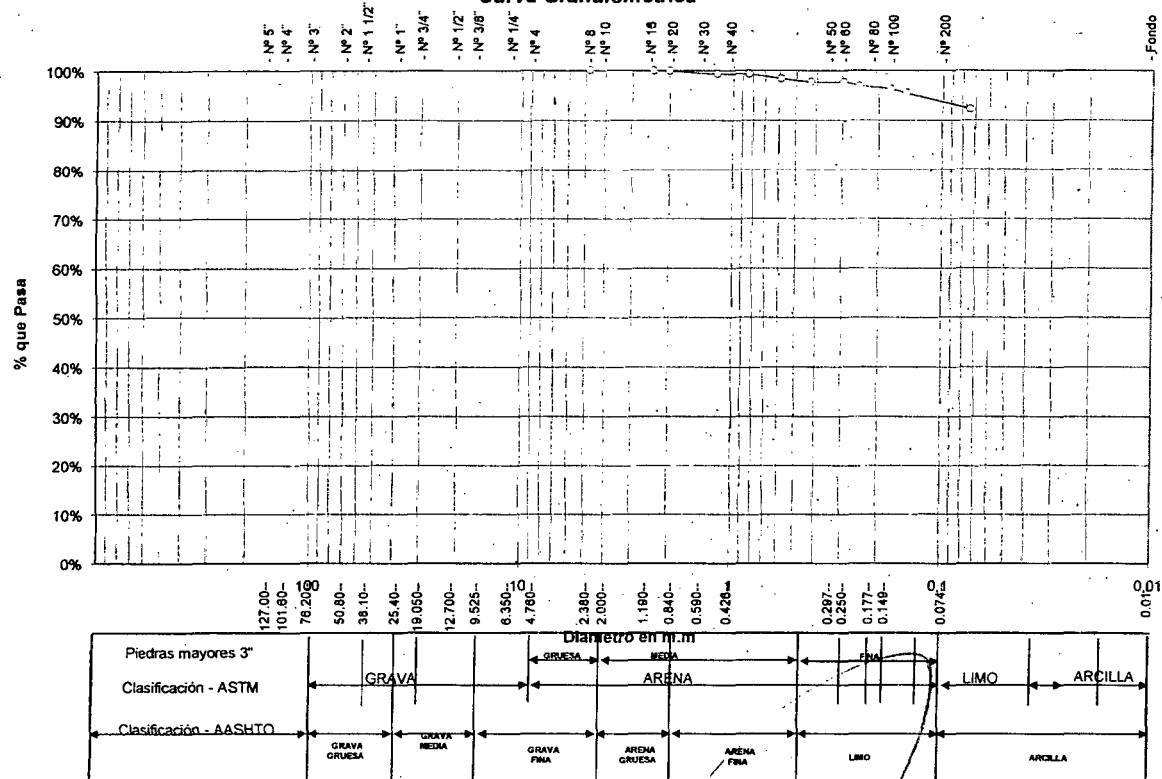
Peso del agua =

Peso suelo húmedo =

Peso suelo seco =

% Humedad Muestra = 17,24

## Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

10/10/2013

C-2

M-2

1,10-1,80

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

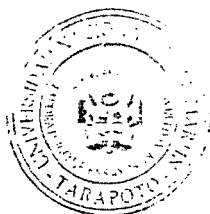
Lata	48	53	49
Peso de lata, grs.	20,40	20,30	20,50
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	160,60	161,30	161,70
Peso del suelo seco + lata, grs.	132,00	132,80	133,10
Peso del agua, grs.	28,60	28,50	28,60
Peso del suelo seco, grs.	111,60	112,50	112,60
% de humedad	25,63	25,33	25,40
Promedio de humedad, %	25,45		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-2

Prof.(m.) 1,10-1,80

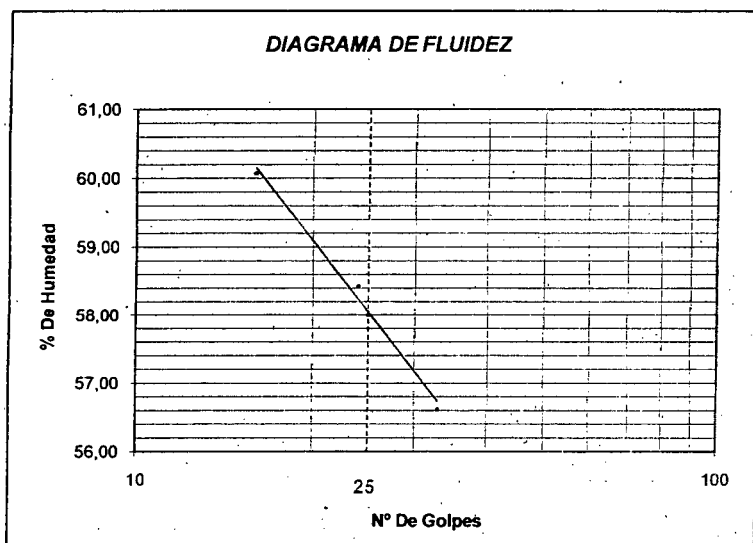
Muestra: M-2

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	2	25	46
Peso de lata, grs.	10,59	10,84	10,79
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	50,88	42,70	44,37
Peso del suelo seco + lata, grs.	35,76	30,95	32,23
Peso del agua, grs.	15,12	11,75	12,14
Peso del suelo seco, grs.	25,17	20,11	21,44
% de Humedad	60,07	58,43	56,62
Número de golpes	16	24	33



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	58,0
Límite Plástico (%)	25,5
Indice de Plasticidad Ip (%)	32,5
Clasificación SUCS	CH
Clasificación AASHTO	A-7-6(38)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	12	42	
Peso de lata, grs.	10,50	10,92	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	35,22	32,22	
Peso del suelo seco + lata, grs.	30,17	27,91	
Peso del agua, grs.	5,05	4,31	
Peso del suelo seco, grs.	19,67	16,99	
% de Humedad	25,67	25,37	
% Promedio		25,52	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 06215  
JEFE DE LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-2

Prof.(m.): 1,10-1,80

Muestra: M-2

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						
5"	127,00					Modulo de Fineza AF:
4"	101,60					Modulo de Fineza AG:
3"	76,20					Equivalente de Arena:
2"	50,80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10					Arcilla de plasticidad alta con arena fina.
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350					
Nº 4	4,760	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 10	2,000	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 16	1,190	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 20	0,840	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 30	0,590	0,90	0,45%	99,55%		
Nº 40	0,426	0,13	0,07%	99,49%		
Nº 50	0,297	0,22	0,11%	99,38%		
Nº 60	0,250	0,23	0,12%	99,26%		
Nº 80	0,177	0,24	0,12%	99,14%		
Nº 100	0,149	0,14	0,07%	99,07%		
Nº 200	0,074	0,36	0,18%	98,89%		
Fondo	0,01	197,78	98,89%	0,00%		
TOTAL	200,00				A B	

SUCS =	CH	AASHTO =	A-7-6(38)
LL =	58,0	WT =	0,00
LP =	25,5	WT+SAL =	200,00
IP =	32,5	WSAL =	200,00
IG =	0	WT+SDL =	2,22
		WSDL =	2,22
D 90=		%ARC. =	98,89
D 60=		%ERR. =	0,00
D 30=		Cc =	
D 10=		Cu =	

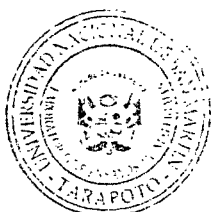
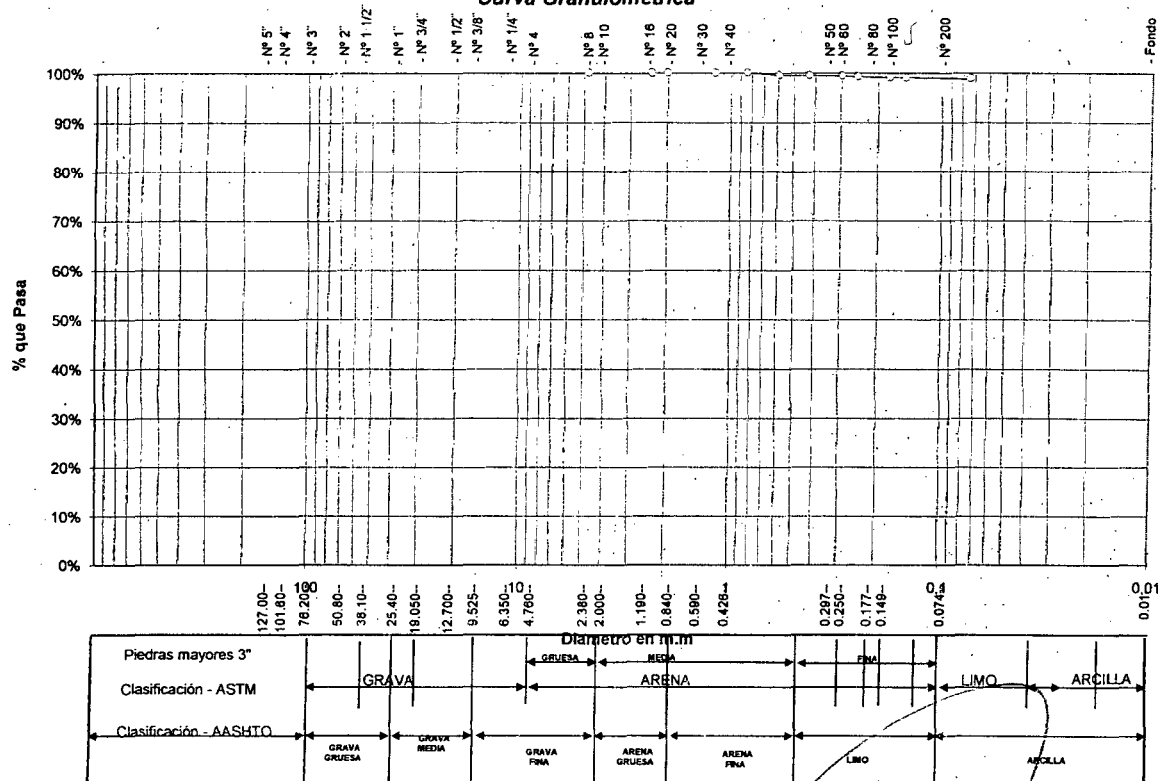
Observaciones:

Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra = 25,45

## Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJUAN HERMITIANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 35216  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Barida de Shilcayo.

Sondeo:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Calicata:

C-2

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Muestra:

M-3

Estructura:

Prof.(m.)

1,80-2,50

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Fecha:

10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	47	54	52
Peso de lata, grs.	20,60	20,50	20,40
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	151,60	152,20	153,40
Peso del suelo seco + lata, grs.	132,80	133,90	134,20
Peso del agua, grs.	18,80	18,30	19,20
Peso del suelo seco, grs.	112,20	113,40	113,80
% de humedad	16,76	16,14	16,87
Promedio de humedad, %	16,59		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36218  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo.

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-2

Prof.(m.) 1,80-2,50

Muestra: M-3

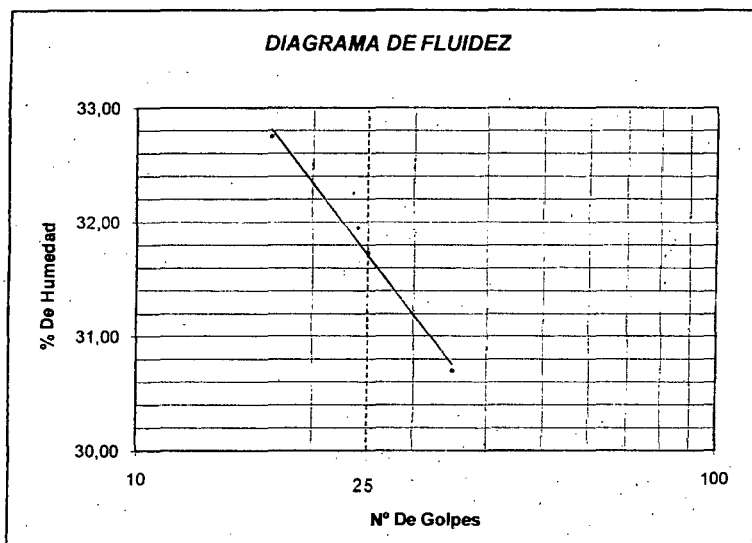
Coordenadas:

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	31	48	44
Peso de lata, grs.	10,95	10,87	10,84
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	45,04	43,25	44,69
Peso del suelo seco + lata, grs.	36,63	35,41	36,74
Peso del agua, grs.	8,41	7,84	7,95
Peso del suelo seco, grs.	25,68	24,54	25,90
% de Humedad.	32,75	31,95	30,69
Número de golpes	17	24	35



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	31,7
Límite Plástico (%)	14,3
Indice de Plasticidad Ip (%)	17,4
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(8)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	7	13	
Peso de lata, grs.	10,89	10,63	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	35,53	36,25	
Peso del suelo seco + lata, grs.	32,44	33,05	
Peso del agua, grs.	3,09	3,20	
Peso del suelo seco, grs.	21,55	22,42	
% de Humedad.	14,34	14,27	
% Promedio		14,31	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm³	
Volumen Final (suelo seco), cm³	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CEP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo.

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-2

Prof.(m.): 1,80-2,50

Muestra: M-3

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:	
Ø	(mm)						Modulo de Fineza AF:	
5"	127,00						Modulo de Fineza AG:	
4"	101,60						Equivalente de Arena:	
3"	76,20						Descripción Muestra:	
2"	50,80						Arcilla de plasticidad media.	
1 1/2"	38,10							
1"	25,40							
3/4"	19,050							
1/2"	12,700							
3/8"	9,525							
1/4"	6,350				100,00%			
Nº 4	4,750	1,21	0,61%	0,61%	99,40%			
Nº 8	2,380	1,17	0,59%	1,19%	98,81%			
Nº 10	2,000	0,31	0,16%	1,35%	98,66%			
Nº 16	1,190	1,47	0,74%	2,08%	97,92%			
Nº 20	0,840	2,23	1,12%	3,20%	96,81%			
Nº 30	0,590	4,00	2,00%	5,20%	94,81%			
Nº 40	0,425	6,93	3,47%	8,66%	91,34%			
Nº 50	0,297	12,54	6,27%	14,93%	85,07%			
Nº 60	0,250	8,03	4,02%	18,95%	81,06%			
Nº 80	0,177	13,86	6,93%	25,88%	74,13%			
Nº 100	0,149	7,35	3,68%	29,55%	70,45%			
Nº 200	0,074	17,28	8,64%	38,19%	61,81%			
Fondo	0,01	123,62	61,81%	100,00%	0,00%			
TOTAL		200,00						

SUCS =		CL	AASHTO =		A-6(8)
LL	=	31,7	WT	=	0,00
LP	=	14,3	WT+3AL	=	200,00
IP	=	17,4	WSAL	=	200,00
IG	=	0	WT+SDL	=	76,38
			WSDL	=	76,38
D 90=			%ARC.	=	61,81
D 60=			%ERR.	=	0,00
D 30=			Cc	=	
D 10=			Cu	=	

Observaciones:

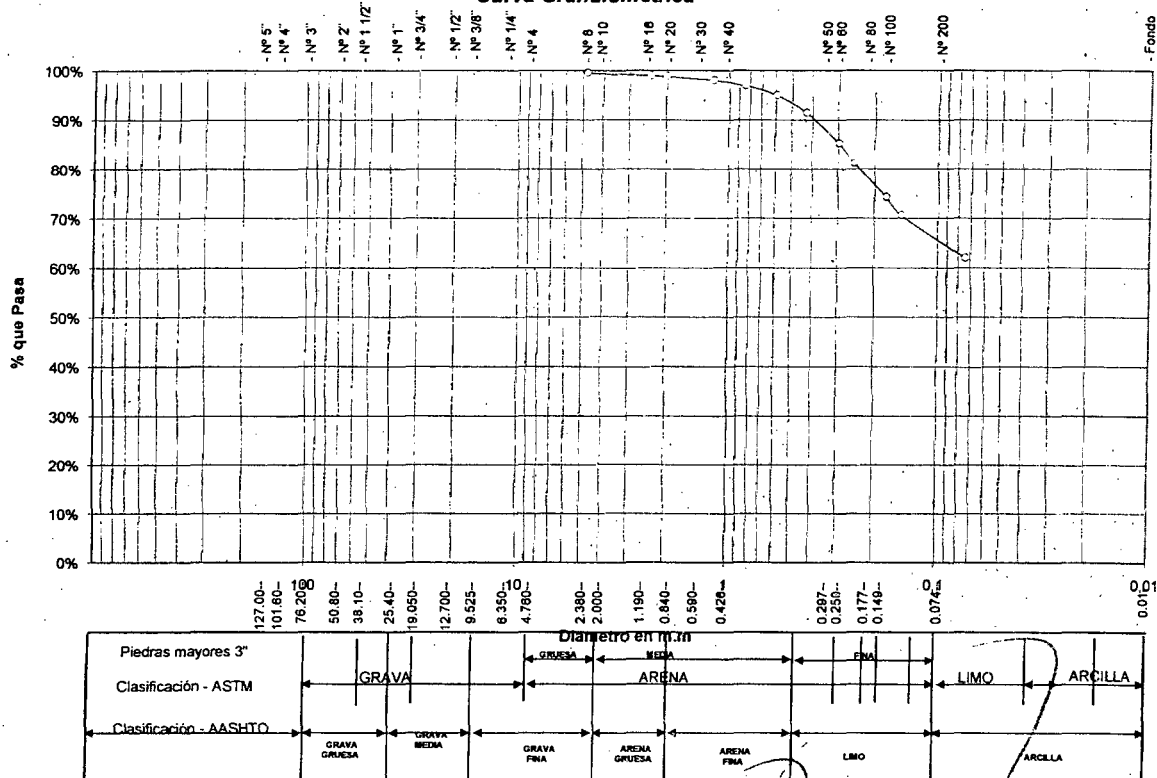
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

16,59

## Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP 1936216  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°03**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo.

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

10/10/2013

C-3

M-1

0,00-0,80

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	9	55	17
Peso de lata, grs.	20,70	20,80	20,40
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	142,90	142,00	142,20
Peso del suelo seco + lata, grs.	129,70	129,00	128,90
Peso del agua, grs.	13,20	13,00	13,30
Peso del suelo seco, grs.	109,00	108,20	108,50
% de humedad	12,11	12,01	12,26
Promedio de humedad, %	12,13		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo.

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-3

Prof.(m.) 0,00-0,80

Muestra: M-1

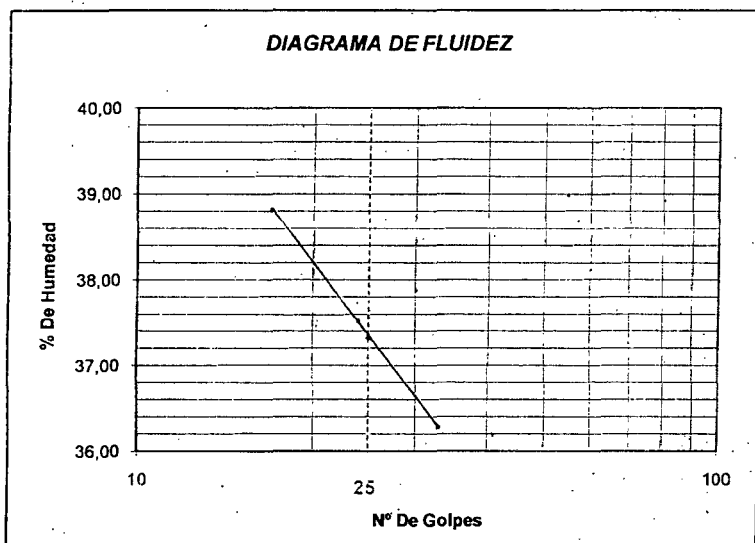
Coordenadas:

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	43	48	47
Peso de lata, grs.	10,77	10,87	10,72
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	44,52	47,37	45,91
Peso del suelo seco + lata, grs.	35,08	37,41	36,54
Peso del agua, grs.	9,44	9,96	9,37
Peso del suelo seco, grs.	24,31	26,54	25,82
% de Humedad.	38,83	37,53	36,29
Número de golpes	17	24	33



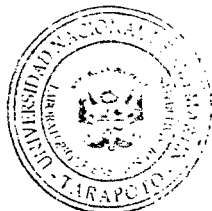
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	37,3
Límite Plástico (%)	15,7
Indice de Plasticidad Ip (%)	21,6
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(16)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	53	4
Peso de lata, grs.	10,71	10,83
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	39,32	35,27
Peso del suelo seco + lata, grs.	35,42	31,96
Peso del agua, grs.	3,90	3,31
Peso del suelo seco, grs.	24,71	21,13
% de Humedad.	15,78	15,66
% Promedio		15,72

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DEL LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas-Banda de Shilcayo

Entidad: Progresiva:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura: Prof.(m.): 0,80-1,80 Muestra: M-1

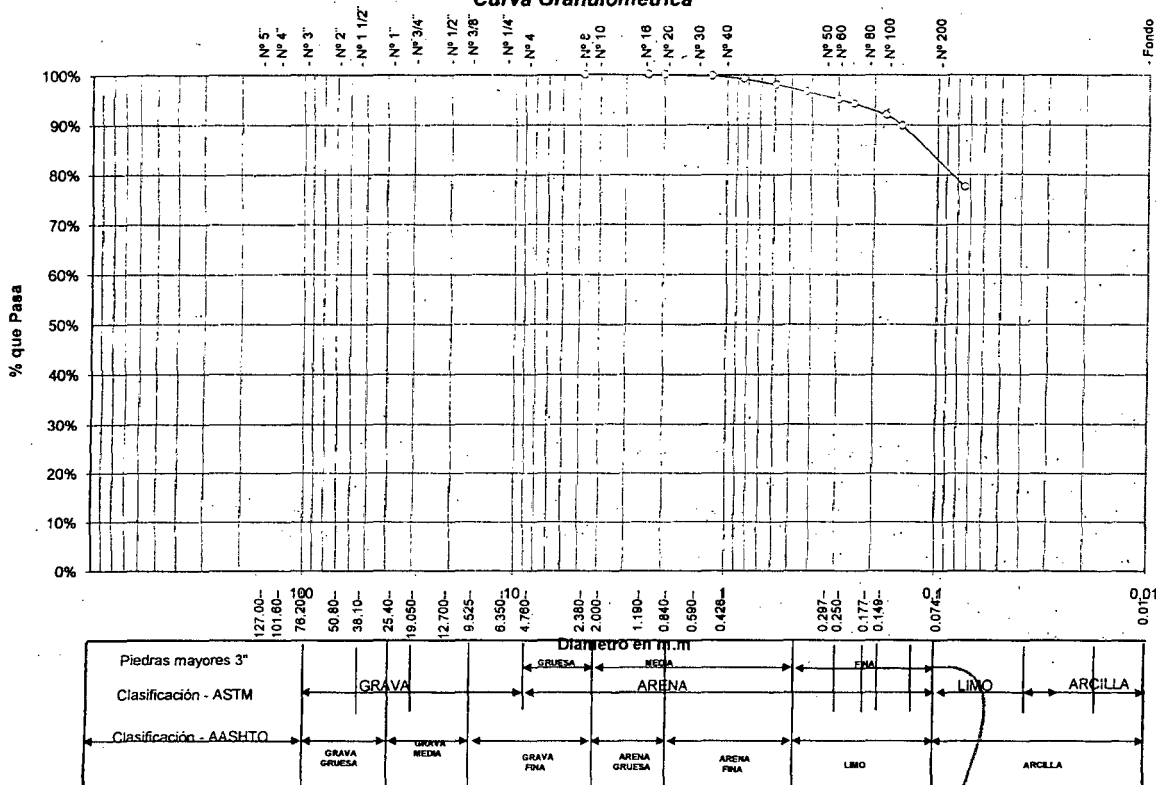
Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S. Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						
5"	127,00					Modulo de Fineza AF:
4"	101,60					Modulo de Fineza AG:
3"	76,20					Equivalente de Arena:
2"	50,80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10					Arcilla de plasticidad media.
1"	25,40					
3/4"	19,050					SUCS = CL AASHTO = A-6(16)
1/2"	12,700					LL = 37,3 WT = 0,00
3/8"	9,525					LP = 15,7 WT+SAL = 200,00
1/4"	6,350					IP = 21,6 WSAL = 200,00
Nº 4	4,760	0,00	0,00%	100,00%		IG = 0 WT+SDL = 44,67
Nº 8	2,380	0,00	0,00%	100,00%		WSDL = 44,67
Nº 10	2,000	0,00	0,00%	100,00%		%ARC. = 77,67
Nº 16	1,190	0,55	0,28%	99,73%		%ERR. = 0,00
Nº 20	0,840	1,20	0,80%	98,13%		Cc =
Nº 30	0,590	2,38	1,19%	97,94%		Cu =
Nº 40	0,426	2,73	1,37%	96,57%		Observaciones:
Nº 50	0,297	3,05	1,53%	95,05%		Muestra remitida por el solicitante.
Nº 60	0,250	1,90	0,95%	94,10%		
Nº 80	0,177	4,26	2,13%	91,97%		% de Humedad Natural de la muestra ensayada
Nº 100	0,149	4,33	2,17%	89,80%		Número de tarro =
Nº 200	0,074	24,27	12,14%	77,67%		Peso del agua =
Fondo	0,01	155,33	77,67%	100,00%		Peso del tarro =
TOTAL	200,00				A B	Peso del tarro + Mh =
						Peso del tarro + Ms =
						% Humedad Muestra = 12,13

### Curva Granulométrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

UNSM - TARAPOTO

JUAN ERIC TARAPOTO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 35216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

10/10/2013

C-3

M-2

0,80-1,80

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	81	86	85
Peso de lata, grs.	20,50	20,74	20,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	156,20	162,40	163,20
Peso del suelo seco + lata, grs.	132,60	137,30	138,00
Peso del agua, grs.	23,60	25,10	25,20
Peso del suelo seco, grs.	112,10	116,56	117,40
% de humedad	21,05	21,53	21,47
Promedio de humedad, %	21,35		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

JUAN HERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL C.P. N° 33216  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-3

Prof.(m.) 0,80-1,80

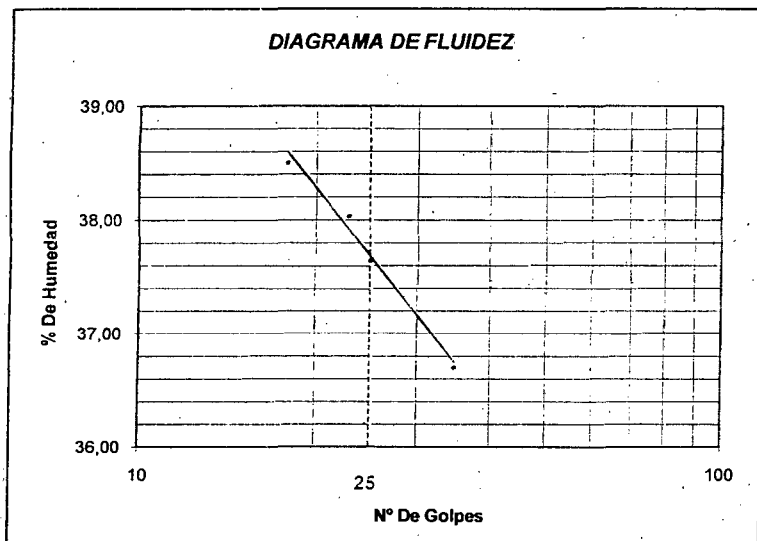
Muestra: M-2

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	6	19	40
Peso de lata, grs.	10,69	10,89	10,61
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	39,82	46,74	43,16
Peso del suelo seco + lata, grs.	31,72	36,86	34,42
Peso del agua, grs.	8,10	9,88	8,74
Peso del suelo seco, grs.	21,03	25,97	23,81
% de Humedad.	38,52	38,04	36,71
Número de golpes	18	23	35



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	37,7
Límite Plástico (%)	21,6
Indice de Plasticidad Ip (%)	16,0
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(10)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	14	45
Peso de lata, grs.	10,83	10,83
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	40,05	38,78
Peso del suelo seco + lata, grs.	34,78	33,88
Peso del agua, grs.	5,27	4,90
Peso del suelo seco, grs.	23,95	23,05
% de Humedad.	22,00	21,26
% Promedio		21,63

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA ESCOBAR  
INGENIERO CIVIL CIP N° 31215  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

Prof. (m.): 0,80-1,80

Muestra: C-3

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones
Ø (mm)					
5"	127,00				
4"	101,60				
3"	76,20				
2"	50,80				
1 1/2"	38,10				
1"	25,40				
3/4"	19,050				
1/2"	12,700				
3/8"	9,525				
1/4"	6,350			100,00%	
Nº 4	4,760	0,19	0,13%	99,87%	
Nº 8	2,380	0,13	0,09%	99,79%	
Nº 10	2,000	0,15	0,10%	99,69%	
Nº 16	1,190	0,55	0,37%	99,32%	
Nº 20	0,840	1,20	0,80%	98,52%	
Nº 30	0,590	2,38	1,59%	96,93%	
Nº 40	0,426	2,73	1,82%	95,11%	
Nº 50	0,297	3,05	2,03%	93,08%	
Nº 60	0,250	1,90	1,27%	91,81%	
Nº 80	0,177	4,26	2,84%	88,97%	
Nº 100	0,149	4,33	2,89%	86,09%	
Nº 200	0,074	24,27	16,18%	69,91%	
Fondo	0,01	104,86	69,91%	100,00%	
TOTAL	150,00				A B

Tamaño Máximo: \_\_\_\_\_  
Modulo de Fineza AF: \_\_\_\_\_  
Modulo de Fineza AG: \_\_\_\_\_  
Equivalente de Arena: \_\_\_\_\_  
Descripción Muestra: \_\_\_\_\_  
Arcilla de plasticidad media con arena fina.

SUCS =	CL	AASHTO =	A-6(10)
LL =	37,7	WT =	0,00
LP =	21,6	WT+SAL =	150,00
IP =	16,0	WSAL =	150,00
IG =	0	WT+SDL =	45,14
		WSDL =	45,14
D 90=		%ARC. =	69,91
D 60=		%ERR. =	0,00
D 30=		Cc =	
D 10=		Cu =	

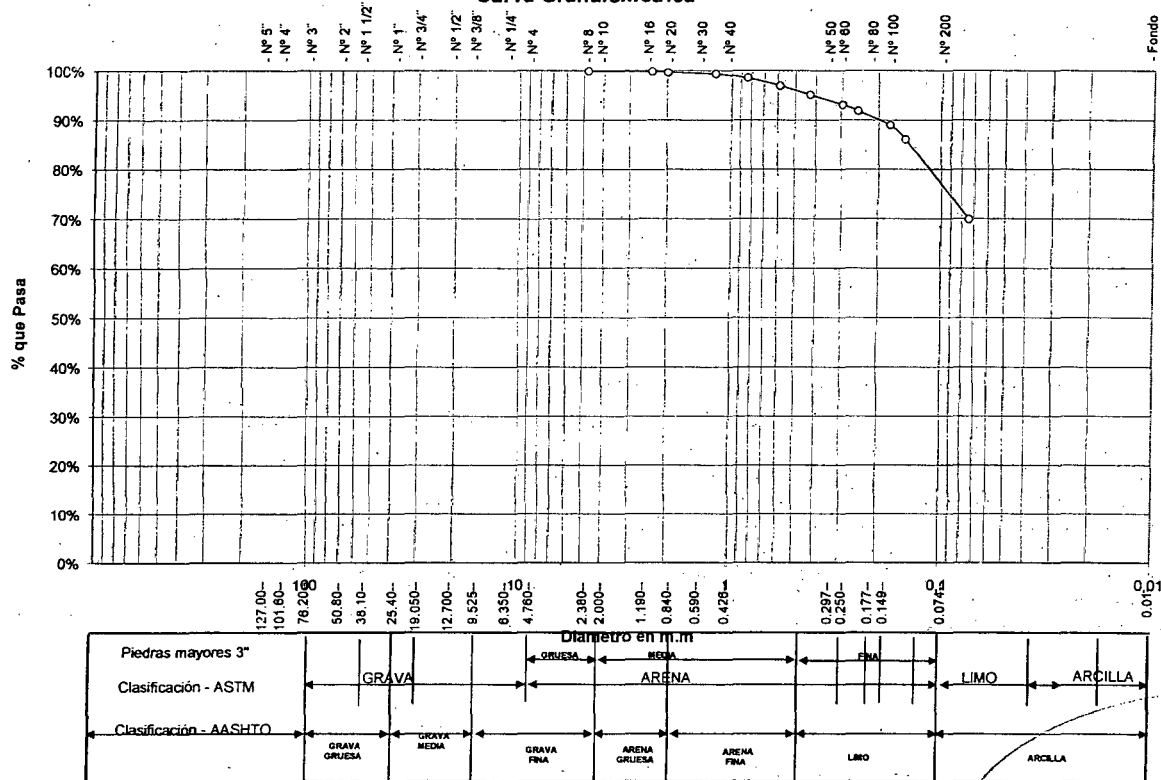
Observaciones: \_\_\_\_\_  
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo=
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra=

21,35

Curva Granulométrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 38213  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-3

Muestra: M-3

Prof.(m.) 1,80-2,50

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	9	55	17
Peso de lata, grs.	20,70	20,60	20,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	71,27	70,43	70,43
Peso del suelo seco + lata, grs.	63,89	63,51	63,00
Peso del agua, grs.	7,38	6,92	7,43
Peso del suelo seco, grs.	43,19	42,91	42,40
% de humedad	17,09	16,13	17,52
Promedio de humedad, %		16,91	

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36215  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

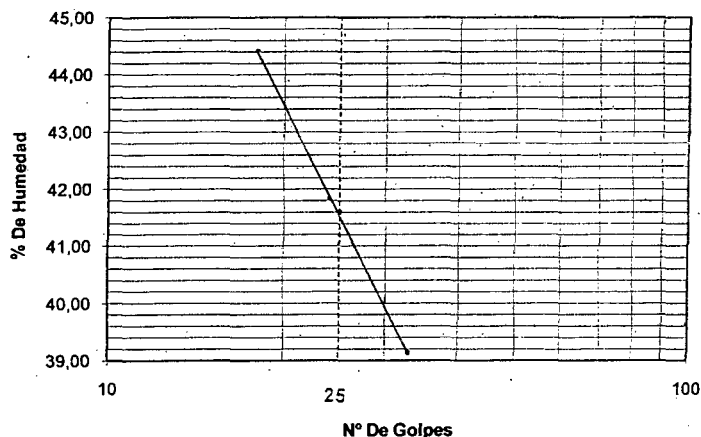
Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo  
Entidad: Progresiva:  
Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS. Sondeo:  
Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación Calicata: C-3  
Estructura: Prof.(m.) 1,80-2,50  
Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza S. Muestra: M-3  
Coordenadas: Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	1	17	47
Peso de lata, grs.	20,70	20,49	20,68
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	56,34	57,96	56,13
Peso del suelo seco + lata, grs.	45,38	46,91	46,16
Peso del agua, grs.	10,96	11,05	9,97
Peso del suelo seco, grs.	24,68	26,42	25,48
% de Humedad.	44,41	41,82	39,13
Número de golpes	18	24	33

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



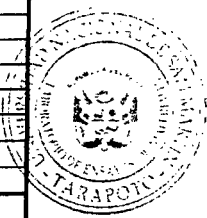
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	41,6
Límite Plástico (%)	21,6
Indice de Plasticidad Ip (%)	20,0
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(13)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	77	68
Peso de lata, grs.	10,60	10,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	35,47	35,83
Peso del suelo seco + lata, grs.	31,00	31,40
Peso del agua, grs.	4,47	4,43
Peso del suelo seco, grs.	20,40	20,80
% de Humedad.	21,91	21,30
% Promedio		21,60

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA ECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 33216  
JEFE DE LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Progresiva:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Sondeo:

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Prof.(m.):

1,80-2,50

Muestra: M-3

Estructura:

Fecha: 10/10/2013

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
5"	127,00					Modulo de Fineza AF:
4"	101,60					Modulo de Fineza AG:
3"	76,20					Equivalente de Arena:
2"	50,80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10					Arcilla de plasticidad media con arena fina.
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760	0,00	0,00%	0,00%	100,00%	
Nº 8	2,380	0,00	0,00%	0,00%	100,00%	
Nº 10	2,000	0,00	0,00%	0,00%	100,00%	
Nº 16	1,190	0,55	0,28%	0,28%	99,73%	
Nº 20	0,840	1,20	0,80%	0,88%	99,13%	
Nº 30	0,590	2,38	1,19%	2,07%	97,94%	
Nº 40	0,426	2,73	1,37%	3,43%	96,57%	
Nº 50	0,297	3,05	1,53%	4,96%	95,05%	
Nº 60	0,250	1,90	0,95%	5,91%	94,10%	
Nº 80	0,177	4,26	2,13%	8,04%	91,97%	
Nº 100	0,149	4,33	2,17%	10,20%	89,80%	
Nº 200	0,074	24,27	12,14%	22,34%	77,67%	
Fondo	0,01	155,33	77,67%	100,00%	0,00%	
TOTAL	200,00					

SUCS =	CL	AASHTO =	A-7-6(13)
LL =	41,6	WT =	0,00
LP =	21,6	WT+SAL =	200,00
IP =	20,0	WSAL =	200,00
IG =	0	WT+SDL =	44,67
D 90 =		WSDL =	44,67
D 60 =		%ARC =	77,67
D 30 =		%ERR =	0,00
D 10 =		Cc =	
		Cu =	

Observaciones:

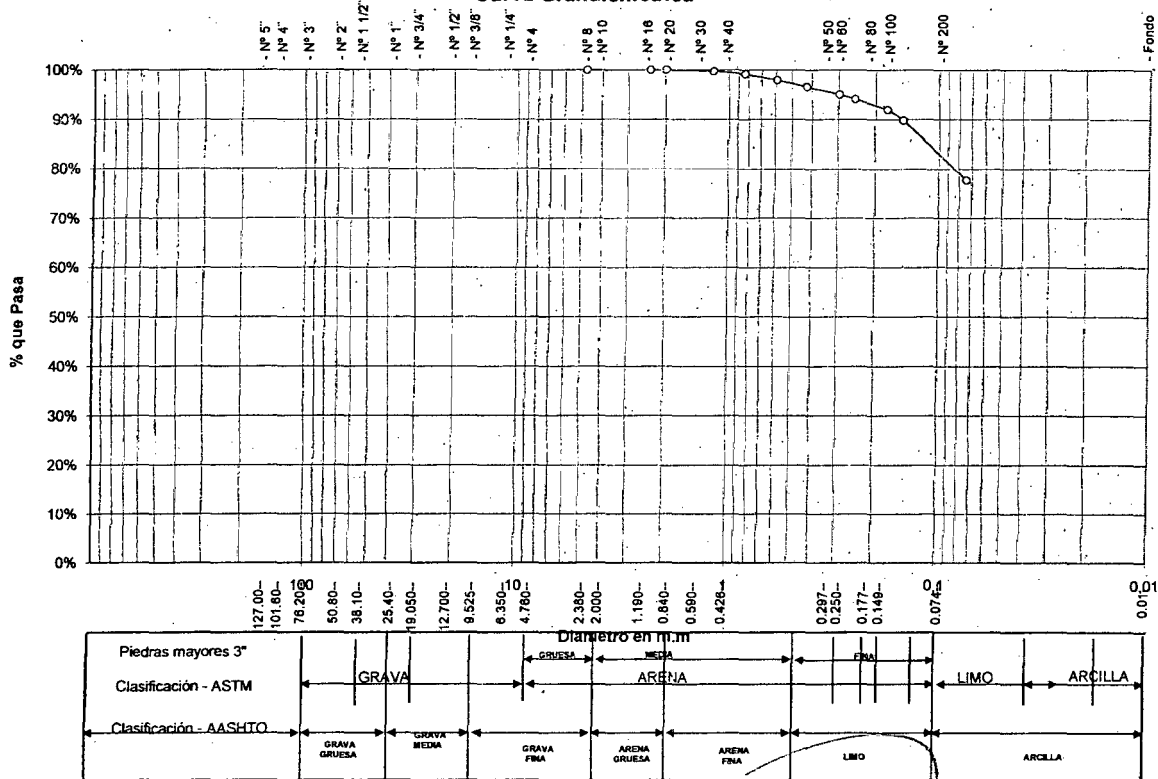
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

16,91

Curva Granulométrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 35216  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°04**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-4

Muestra: M-1

Prof.(m.) 0,00-1,20

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	9	55	17
Peso de lata, grs.	20,70	20,60	20,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	71,27	70,43	70,43
Peso del suelo seco + lata, grs.	63,89	63,51	63,00
Peso del agua, grs.	7,38	6,92	7,43
Peso del suelo seco, grs.	43,19	42,91	42,40
% de humedad	17,09	16,13	17,52
Promedio de humedad, %		16,91	

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSA - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL C.P. N° 35215  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-4

Prof.(m.) 0,00-1,20

Muestra: M-1

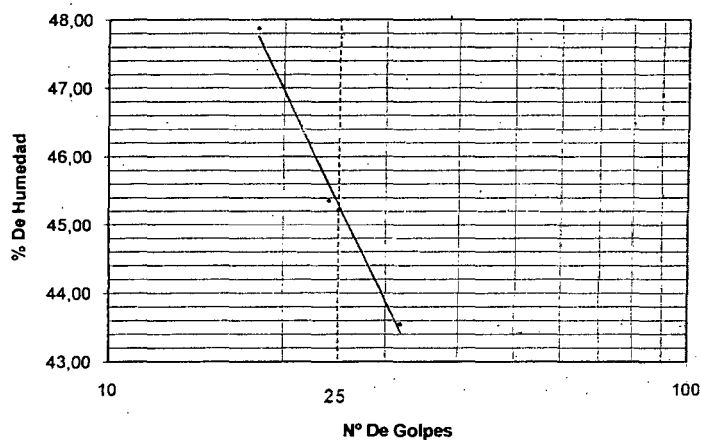
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	1	17	47
Peso de lata, grs.	20,70	20,63	20,50
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	61,32	53,93	55,61
Peso del suelo seco + lata, grs.	48,17	43,54	44,96
Peso del agua, grs.	13,15	10,39	10,65
Peso del suelo seco, grs.	27,47	22,91	24,46
% de Humedad.	47,87	45,35	43,54
Número de golpes	18	24	32

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	45,2
Límite Plástico (%)	19,1
Índice de Plasticidad Ip (%)	26,2
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(27)
Índice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

72	72	68
Peso de lata, grs.	10,90	10,86
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	35,63	35,20
Peso del suelo seco + lata, grs.	31,69	31,28
Peso del agua, grs.	3,94	3,92
Peso del suelo seco, grs.	20,79	20,42
% de Humedad.	18,95	19,20
% Promedio		19,07

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA SECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36215  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 621363-521364 ANEXO 20  
lentunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

Prof. (m.): 0,00-1,20

Muestra: C-4

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					Arcilla de plasticidad media con arena fina.
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350					
Nº 4	4,760	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 10	2,000	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 16	1,190	0,21	0,11%	99,89%		
Nº 20	0,840	0,09	0,05%	99,95%		
Nº 30	0,590	0,10	0,05%	99,90%		
Nº 40	0,426	0,11	0,06%	99,94%		
Nº 50	0,297	0,22	0,11%	99,89%		
Nº 60	0,250	0,17	0,09%	99,91%		
Nº 80	0,177	0,45	0,23%	99,77%		
Nº 100	0,149	0,36	0,18%	99,82%		
Nº 200	0,074	1,17	0,59%	98,41%		
Fondo	0,01	197,12	98,56%	100,00%		
TOTAL	200,00				A B	

SUCS =	CL	AASHTO =	A-7.6(27)
LL =	45,2	WT =	0,00
LP =	19,1	WT+SAL =	200,00
IP =	26,2	WSAL =	200,00
IG =	0	WT+SDL =	2,88
D 90 =		WSDL =	2,88
D 60 =		%ARC. =	98,56
D 30 =		%ERR. =	0,00
D 10 =		Cc =	
		Cu =	

Observaciones:

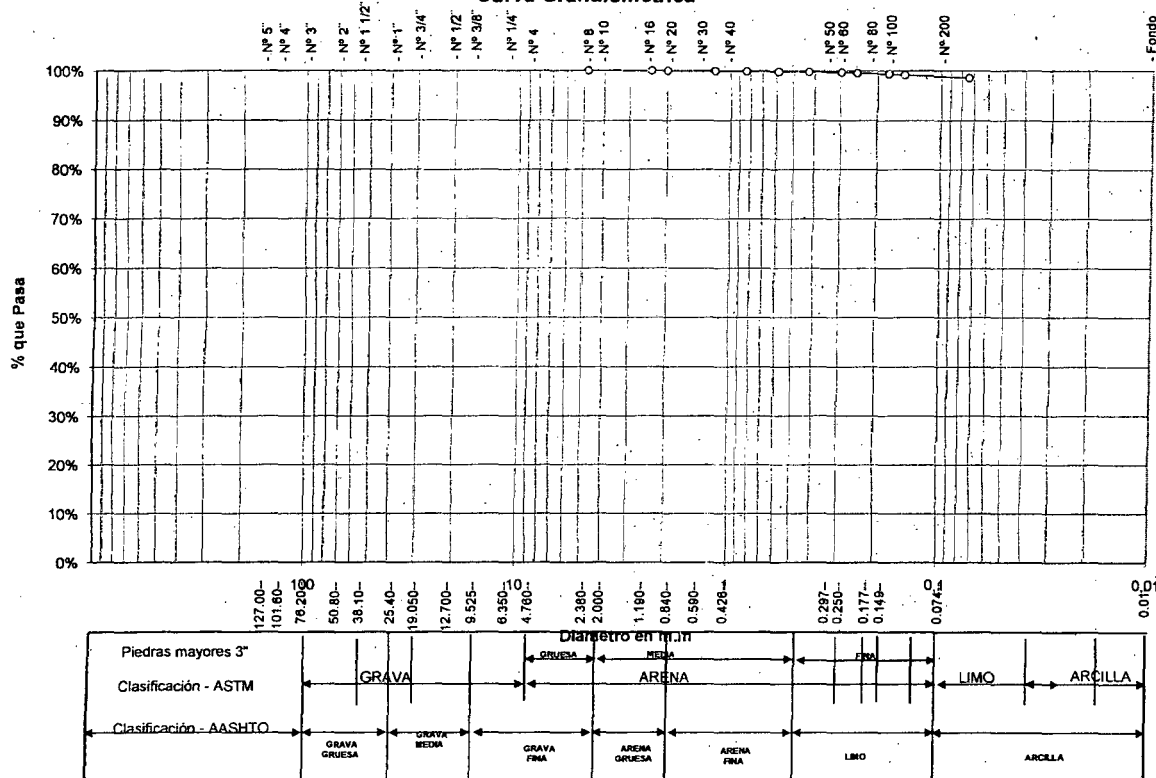
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Numero de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

16,91

## Curva Granulometrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo: C-4

Calicata: M-2

Muestra: 1,20-3,00

Prof.(m.): 10/10/2013

Fecha:

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	44	16	1
Peso de lata, grs.	20,50	20,60	20,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	150,20	151,30	151,60
Peso del suelo seco + lata, grs.	133,80	134,80	135,50
Peso del agua, grs.	16,40	16,50	16,10
Peso del suelo seco, grs.	113,30	114,20	114,90
% de humedad	14,47	14,45	14,01
Promedio de humedad, %	14,31		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES



JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36213  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-4

Prof.(m.) 1,20-3,00

Muestra: M-2

Coordenadas:

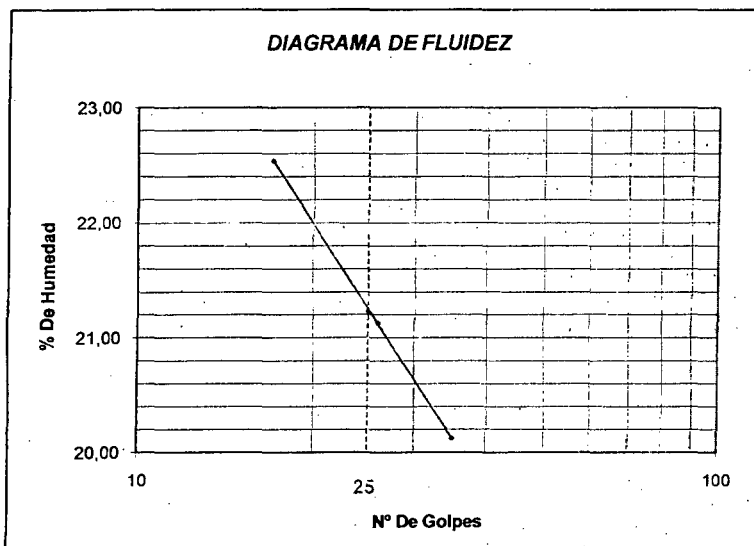
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	10	23	12
Peso de lata, grs.	10,62	10,78	10,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	46,40	43,58	48,87
Peso del suelo seco + lata, grs.	39,82	37,86	42,46
Peso del agua, grs.	6,58	5,72	6,41
Peso del suelo seco, grs.	29,20	27,08	31,86
% de Humedad.	22,53	21,12	20,12
Número de golpes	17	26	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Índice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	21,2
Límite Plástico (%)	14,3
Índice de Plasticidad Ip (%)	6,9
Clasificación SUCS	SM-SC
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Índice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	43	11	
Peso de lata, grs.	10,77	10,82	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	35,50	36,24	
Peso del suelo seco + lata, grs.	32,40	33,05	
Peso del agua, grs.	3,10	3,19	
Peso del suelo seco, grs.	21,63	22,23	
% de Humedad.	14,33	14,35	
% Promedio		14,34	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERIC MENDOZA RECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 33216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemonsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo  
Entidad: \_\_\_\_\_  
Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS  
Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación  
Estructura: \_\_\_\_\_  
Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.  
Progresiva: \_\_\_\_\_  
Sondeo: \_\_\_\_\_  
Calicata: C-4  
Prof.(m.): 1,20-3,00  
Muestra: M-2  
Fecha: 10/10/2013  
Coordenadas: \_\_\_\_\_

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
5"	127,00					Modulo de Fineza AF:
4"	101,60					Modulo de Fineza AG:
3"	76,20					Equivalente de Arena:
2"	50,80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10					Arena limosa arcillosa fina.
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700			100,00%		
3/8"	9,525			100,00%		
1/4"	6,350	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 4	4,760	1,11	0,56%	99,45%		
Nº 8	2,380	0,72	0,36%	99,09%		
Nº 10	2,000	0,21	0,11%	98,98%		
Nº 16	1,190	1,35	0,68%	98,31%		
Nº 20	0,840	1,64	0,82%	97,49%		
Nº 30	0,590	4,00	2,00%	95,49%		
Nº 40	0,426	8,10	4,05%	91,44%		
Nº 50	0,297	16,37	8,19%	83,25%		
Nº 60	0,250	11,08	5,54%	77,71%		
Nº 80	0,177	24,19	12,10%	65,62%		
Nº 100	0,149	16,57	8,29%	57,33%		
Nº 200	0,074	40,49	20,25%	37,09%		
Fondo	0,01	74,17	37,09%	100,00%		
TOTAL	200,00				A B	

SUCS =	SM-SC	AASHTO =	A-4(0)
LL =	21,2	WT =	0,00
LP =	14,3	WT+SAL =	200,00
IP =	6,9	WSAL =	200,00
IG =	0	WT+SDL =	125,83
D 90 =		WSDL =	125,83
D 60 =		%ARC =	37,09
D 30 =		Cc =	0,00
D 10 =		Cu =	

Observaciones:

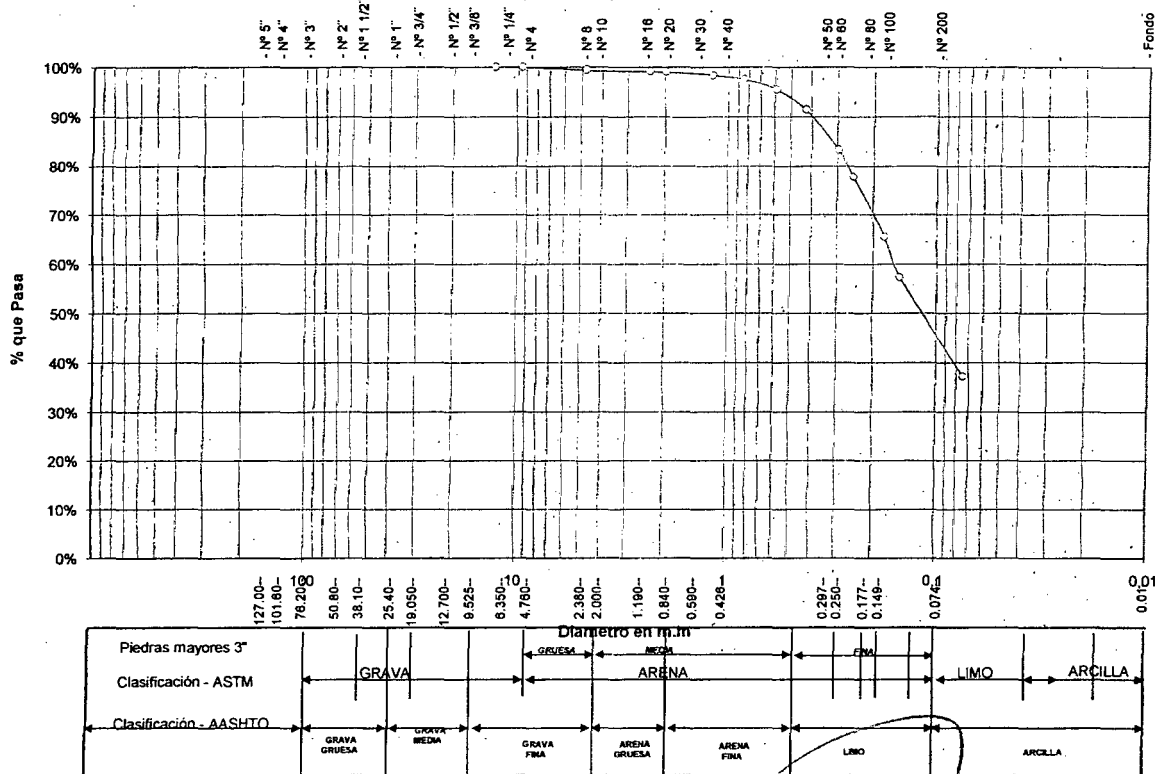
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

14,31

## Curva Granulometrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°05**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-5

Muestra: M-1

Prof. (m.)

10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	5	7	50
Peso de lata, grs.	20,40	20,60	20,50
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	151,00	151,20	151,20
Peso del suelo seco + lata, grs.	144,20	144,40	144,80
Peso del agua, grs.	6,80	6,80	6,40
Peso del suelo seco, grs.	123,80	123,80	124,30
% de humedad	5,49	5,49	5,15
Promedio de humedad, %	5,38		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
TARAPOTO

JUAN ERIC GARCIA MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-5

Prof.(m.) 0,40-3,00

Muestra: M-1

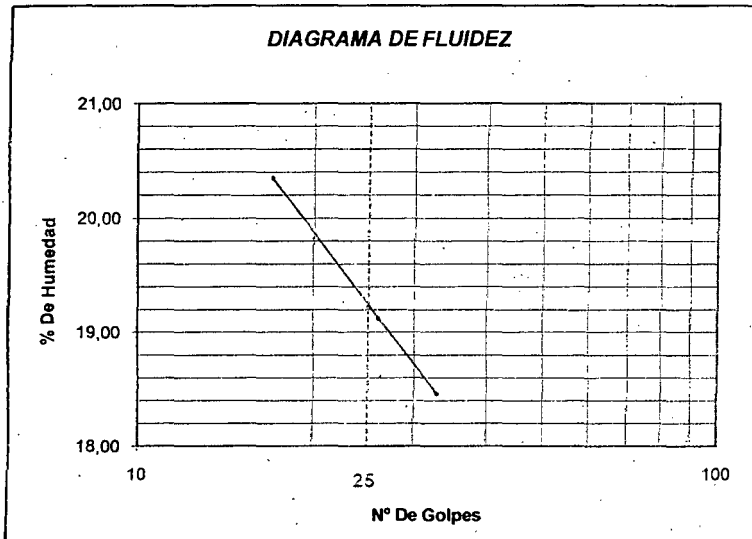
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Limite Liquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	60	59	54
Peso de lata, grs.	10,42	10,89	10,94
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	45,26	41,91	42,52
Peso del suelo seco + lata, grs.	39,37	36,93	37,60
Peso del agua, grs.	5,89	4,98	4,92
Peso del suelo seco, grs.	28,95	26,04	26,66
% de Humedad.	20,35	19,12	18,45
Número de golpes	17	26	33

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Indice de Flujo Fi	
Limite de contracción (%)	
Limite Liquido (%)	19,2
Limite Plástico (%)	16,7
Indice de Plasticidad Ip (%)	2,5
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Limite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	37	14
Peso de lata, grs.	10,77	10,83
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	30,30	32,45
Peso del suelo seco + lata, grs.	27,50	29,36
Peso del agua, grs.	2,80	3,09
Peso del suelo seco, grs.	16,73	18,53
% de Humedad.	16,74	16,68
% Promedio		16,71

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Limite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36213  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo  
Entidad: Progresiva:  
Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS. Sondeo:  
Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación Prof.(m.): 0,40-3,00 Muestra: C-5  
Estructura: Fecha: 10/10/2013  
Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza S. Coordinadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					Arena fina limosa.
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700			100,00%		
3/8"	9,525			100,00%		
1/4"	6,350	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 4	4,760	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380	0,00	0,00%	100,00%		
Nº 10	2,000	0,11	0,06%	99,95%		
Nº 16	1,190	0,92	0,46%	99,49%		
Nº 20	0,840	2,07	1,04%	98,45%		
Nº 30	0,590	6,65	3,33%	95,13%		
Nº 40	0,426	14,66	7,33%	87,80%		
Nº 50	0,297	29,35	14,68%	73,12%		
Nº 60	0,250	18,05	9,03%	64,10%		
Nº 80	0,177	31,20	15,60%	48,50%		
Nº 100	0,149	15,00	7,50%	41,00%		
Nº 200	0,074	30,94	15,47%	25,53%		
Fondo	0,01	51,05	25,53%	100,00%		
TOTAL	200,00				A B	

SUCS =	SM	AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	19,2	WT =	0,00
LP =	16,7	WT+SAL =	200,00
IP =	2,5	WSAL =	200,00
IG =	0	WT+SDL =	148,95
		WSDL =	148,95
D 90 =		%ARC. =	25,53
D 60 =		Cc =	0,00
D 30 =		Cu =	
D 10 =			

Observaciones:

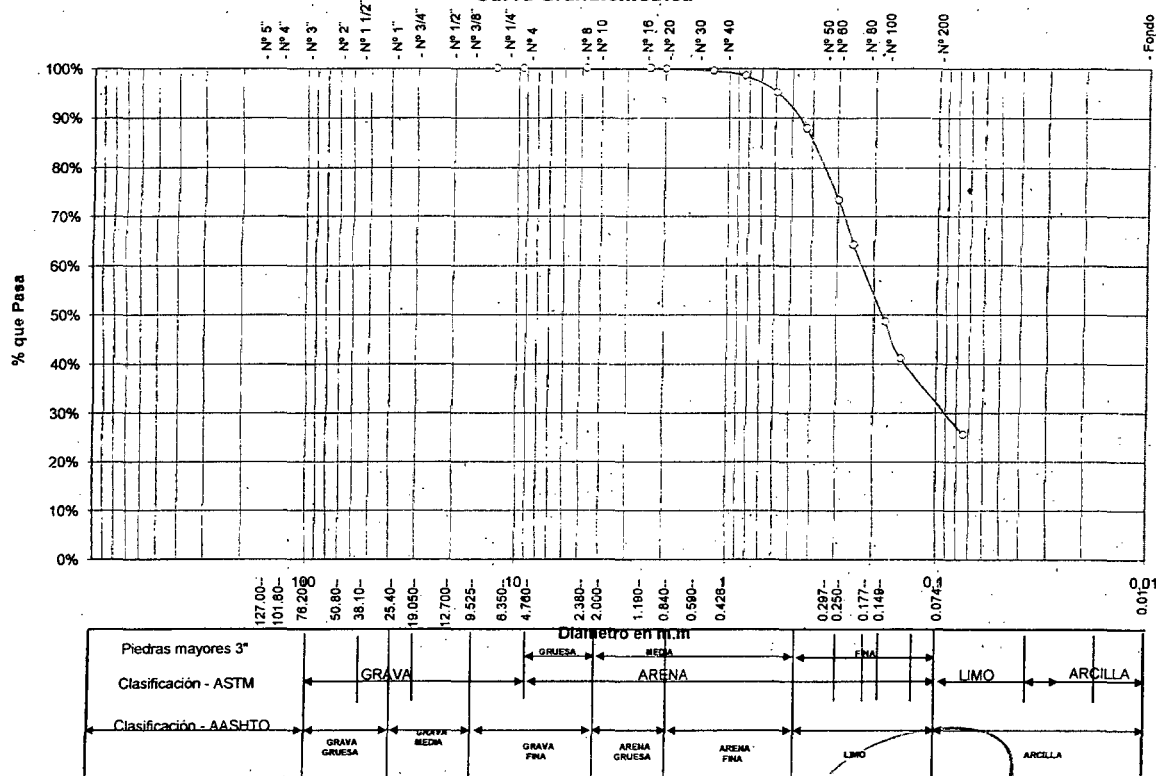
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

5,38

Curva Granulometrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 35215  
JEFE DE LABORATORIO



**CALICATA N°06**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-6

Muestra: M-1

Prof.(m.) 0.00-0.30

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

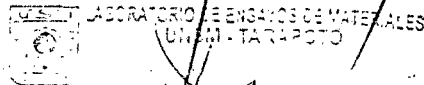
Lata	1	4	16
Peso de lata, grs.	20,60	20,50	20,50
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	122,00	117,30	114,30
Peso del suelo seco + lata, grs.	107,10	103,00	100,30
Peso del agua, grs.	14,90	14,30	14,00
Peso del suelo seco, grs.	86,50	82,50	79,80
% de humedad	17,23	17,33	17,54
Promedio de humedad, %	17,37		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL, CIP N° 30316  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-6

Prof.(m.) 0,00-0,30

Muestra: M-1

Coordenadas:

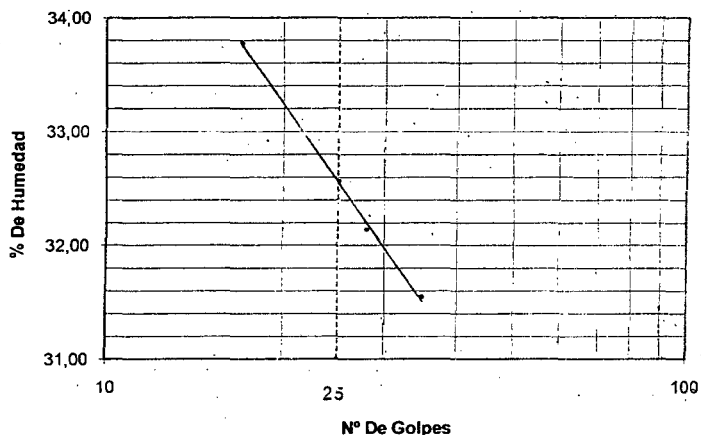
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	55	44	32
Peso de lata, grs.	10,60	10,58	10,66
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	46,68	45,24	41,81
Peso del suelo seco + lata, grs.	37,57	36,81	34,34
Peso del agua, grs.	9,11	8,43	7,47
Peso del suelo seco, grs.	26,97	26,23	23,68
% de Humedad.	33,78	32,14	31,55
Número de golpes	17	28	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	32,6
Límite Plástico (%)	17,1
Indice de Plasticidad Ip (%)	15,5
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(15)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	38	48	
Peso de lata, grs.	10,63	10,67	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	34,37	33,48	
Peso del suelo seco + lata, grs.	30,91	30,14	
Peso del agua, grs.	3,46	3,34	
Peso del suelo seco, grs.	20,28	19,47	
% de Humedad.	17,06	17,15	
% Promedio		17,11	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITA MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL DIP N° 33315  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
leunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata: 0,00-0,30

C-6

Muestra: M-1

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					Arcilla limosa con arena fina.
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760		0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380	0,30	0,10%	0,10%		
Nº 10	2,000	0,20	0,07%	0,17%		
Nº 16	1,190	1,85	0,62%	0,78%		
Nº 20	0,840	3,37	1,12%	1,91%		
Nº 30	0,590	6,79	2,26%	4,17%		
Nº 40	0,426	11,53	3,84%	8,01%		
Nº 50	0,297	16,51	5,50%	13,52%		
Nº 60	0,250	11,29	3,76%	17,28%		
Nº 80	0,177	29,52	9,84%	27,12%		
Nº 100	0,149	14,08	4,69%	31,81%		
Nº 200	0,074	42,80	14,27%	46,08%		
Fondo	0,01	161,76	53,92%	100,00%		
TOTAL	300,00					

LL	=	32,6	WT	=	83,60
LP	=	17,1	WT+SAL	=	383,60
IP	=	15,5	WSAL	=	300,00
IG	=	0	WT+SDL	=	221,84
			WSDL	=	138,24
D	90=		%ARC.	=	53,92
D	60=		%ERR.	=	0,00
D	30=		Cc	=	
D	10=		Cu	=	

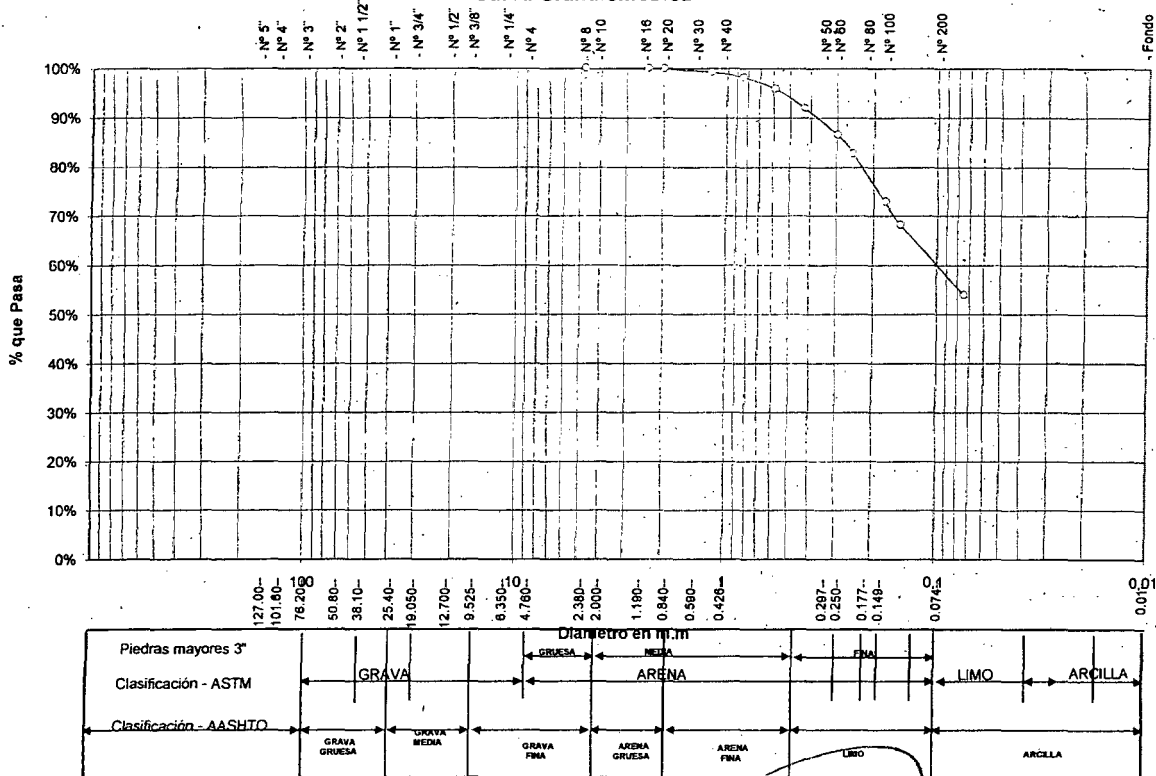
Observaciones:

Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro	=		Peso del agua	=	
Peso del tarro	=		Peso suelo húmedo	=	
Peso del tarro + Mh	=		Peso suelo seco	=	
Peso del tarro + Ms	=		% Humedad Muestra	=	17,37

## Curva Granulométrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

10/10/2013

C-6

M-2

0,30-1,60

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	36	46	45
Peso de lata, grs.	20,50	20,50	20,70
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	155,20	155,70	155,20
Peso del suelo seco + lata, grs.	148,40	149,00	148,30
Peso del agua, grs.	6,80	6,70	6,90
Peso del suelo seco, grs.	127,90	128,50	127,60
% de humedad	5,32	5,21	5,41
Promedio de humedad, %	5,31		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
Peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 33216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-6

Prof.(m.) 0,30-1,60

Muestra: M-2

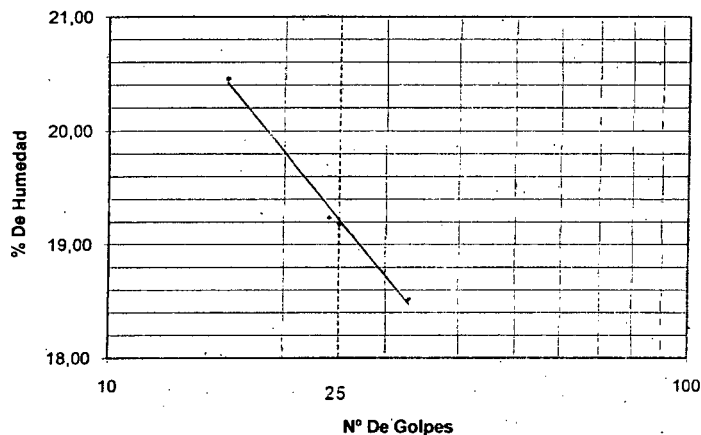
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	27	7	45
Peso de lata, grs.	10,47	10,87	10,48
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	34,49	31,32	34,16
Peso del suelo seco + lata, grs.	30,41	28,02	30,46
Peso del agua, grs.	4,08	3,30	3,70
Peso del suelo seco, grs.	19,94	17,15	19,98
% de Humedad.	20,46	19,24	18,52
Número de golpes	16	24	33

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



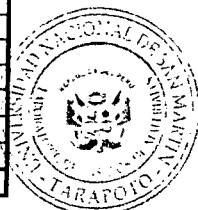
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	19,2
Límite Plástico (%)	14,2
Indice de Plasticidad Ip (%)	5,0
Clasificación SUCS	SM-SC
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	22	30
Peso de lata, grs.	10,95	10,73
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	34,07	30,28
Peso del suelo seco + lata, grs.	31,20	27,86
Peso del agua, grs.	2,87	2,42
Peso del suelo seco, grs.	20,25	17,13
% de Humedad.	14,17	14,13
% Promedio		14,15

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara Nº	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITASO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 30215  
JEFE DE LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lenunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por:

Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-6

Prof.(m.):

0,30-1,60

Muestra:

M-2

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760	0,50	0,25%	99,75%		
Nº 8	2,380	0,75	0,38%	99,38%		
Nº 10	2,000	0,37	0,19%	99,19%		
Nº 16	1,190	2,38	1,19%	98,00%		
Nº 20	0,840	2,76	1,38%	96,62%		
Nº 30	0,590	6,59	3,30%	93,33%		
Nº 40	0,426	12,33	6,17%	87,16%		
Nº 50	0,297	22,03	11,02%	76,15%		
Nº 60	0,250	13,27	6,64%	69,51%		
Nº 80	0,177	22,85	11,43%	41,92%		
Nº 100	0,149	11,30	5,65%	47,57%		
Nº 200	0,074	28,17	14,09%	61,65%		
Fondo	0,01	76,70	38,35%	100,00%		
TOTAL	200,00				A B	

SUCS =	SM-SC	AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	19,2	WT =	0,00
LP =	14,2	WT+SAL =	200,00
IP =	5,0	WSAL =	200,00
IG =	0	WT+SDL =	123,30
		WSDL =	123,30
D 90 =		%ARC =	38,35
D 60 =		%ERR =	0,00
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

Observaciones:

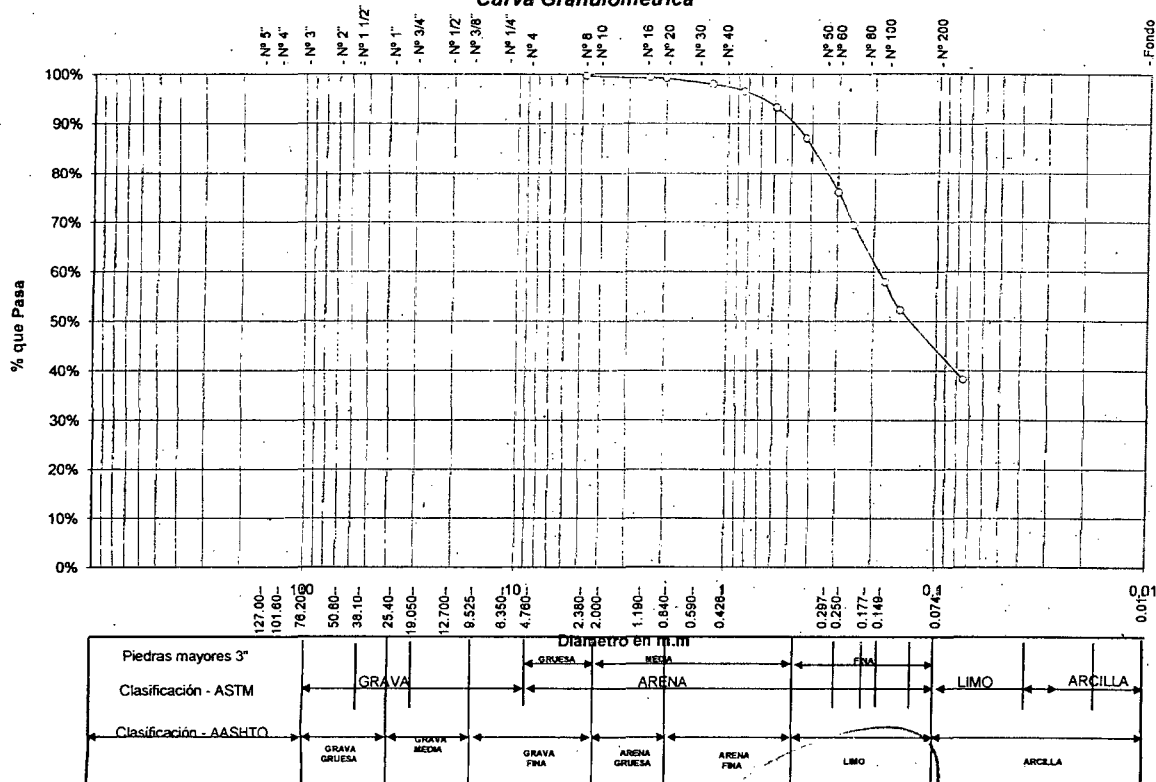
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

5,31

## Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM TARAPOTOJUAN ERIC MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL OIP Nº 00215  
JEFE DE LABORATORIO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Sondeo:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Calicata:

C-6

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Prof. Muestra:

1,60-2,80

Lugar:

Muestra:

M-3

Fecha:

10-oct-13

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

**Determinación del % de Humedad Natural****ASTM D 2216 - N.T.P. 339.127**

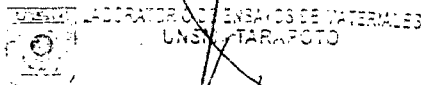
Lata	45	38	66	
Peso de lata, grs	20,56	20,61	20,70	
Peso suelo húmedo + lata, grs	164,50	135,40	141,50	
Peso suelo seco + lata, grs	145,30	120,30	125,20	
Peso del agua, grs	19,20	15,10	16,30	
Peso de suelo seco, grs	124,74	99,69	104,50	
% de Humedad	15,39	15,15	15,60	
Promedio % de humedad	15,38			

**Determinación de la Gravedad Específica de sólidos****ASTM D 854**

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco + agua + suelo		
Temperatura, °C		
Peso del frasco + agua, grs		
Plato de evaporado N°		
Peso de Plato de evaporado + suelo seco, grs		
Peso del suelo seco, grs		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio grs/cm <sup>3</sup>		

**Determinación del Peso Volumétrico****ASTM D-2937**

Molde N°				
Peso del molde, grs				
Peso del suelo + molde, grs				
Peso del suelo, grs				
Volumen del molde, cm <sup>3</sup>				
Peso Unitario, grs/cm <sup>3</sup>				
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>				

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO AV ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Lugar:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-6

Prof. Muestra: 1,60-2,80

Muestra: M-3

Fecha: 10-oct-13

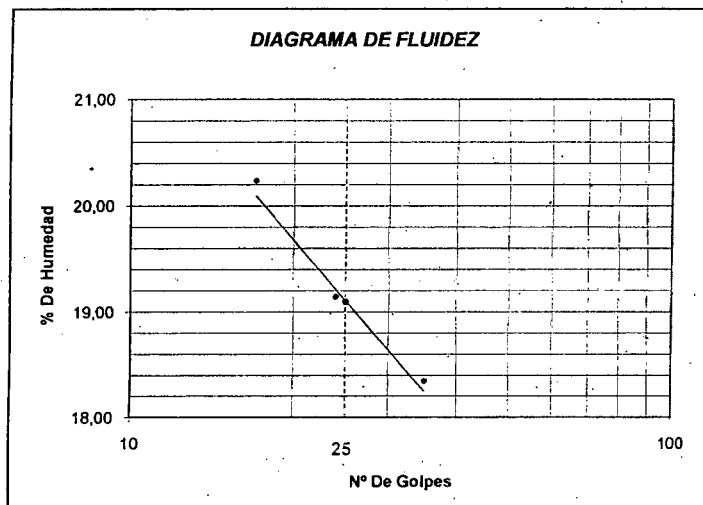
Coordenadas:

## Determinación del Límite Líquido

ASTM D 4318 - N.T.P. 339.129

Lata	14	13	5
Peso de lata, grs	10,83	10,86	10,72
Peso del suelo húmedo + lata, grs	44,52	47,46	41,76
Peso del suelo seco + lata, grs	38,85	41,58	36,95
Peso del agua, grs	5,67	5,88	4,81
Peso del suelo seco, grs	28,02	30,72	26,23
% de humedad	20,2	19,14	18,34
Número de golpes	17	24	35

## DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	19,1
Límite Plástico (%)	NP
Indice de Plasticidad Ip (%)	NP
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A1-b(0)
Indice de consistencia Ic	

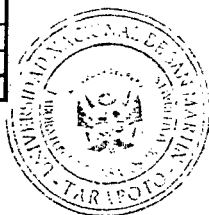
## Determinación del Límite Plástico

ASTM D 4318 - N.T.P. 339.129

Lata			
Peso de lata, grs			
Peso del suelo húmedo + lata, grs			
Peso del suelo seco + lata, grs			
Peso del agua, grs			
Peso del suelo seco, grs			
% de humedad			
% Promedio de humedad			

## Límite de Contracción. ASTM D 427

Recipiente N°	
Peso rec + suelo húmedo, gr.	
Peso rec + suelo seco, gr.	
Peso rec. de contracción, gr.	
Peso del suelo seco, gr.	
Peso del agua, gr.	
Humedad %	
Vol. Inicial (suelo húmedo) cm <sup>3</sup>	
Vol. Final (suelo seco) cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMIANDO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 35216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO AV ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Lugar:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Prog. (Km):

Sondeo:

Calicata: C-6

Prof. de la Muestra: 1,60-2,80

Muestra: M-3

Fecha: 10-oct-13

Coordenadas:

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D - 422 - N.T.P. 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Ecuivalente de Arena:
3"	76,20			100,00%		Descripción Muestra:
2"	50,80		0,00%	100,00%		Grupo : Suelos de partículas gruesas. Arena media a fina con grava.
1 1/2"	38,10	4,26%	4,26%	95,74%		
1"	25,40	6,69%	10,07%	89,93%		
3/4"	19,050	2,56%	12,63%	87,37%		
1/2"	12,700	4,18%	16,26%	83,74%		
3/8"	9,525	2,46%	18,73%	81,27%		
1/4"	6,350	0,00%	18,73%	81,27%		
Nº 4	4,760	7,01%	24,81%	75,19%		
Nº 8	2,380	6,63%	30,56%	69,44%		
Nº 10	2,000	1,84%	32,15%	67,85%		
Nº 16	1,190	7,85%	38,96%	61,04%		
Nº 20	0,840	5,30%	43,55%	56,45%		
Nº 30	0,590	6,72%	49,38%	50,62%		
Nº 40	0,426	7,79%	56,14%	43,86%		
Nº 50	0,297	10,07%	64,87%	35,13%		
Nº 60	0,250	5,12%	69,31%	30,69%		
Nº 80	0,177	7,27%	75,61%	24,39%		
Nº 100	0,149	3,70%	78,82%	21,18%		
Nº 200	0,074	8,56%	86,24%	13,76%		
Fondo	0,01	15,87%	100,00%	0,00%		
TOTAL	11533,10					

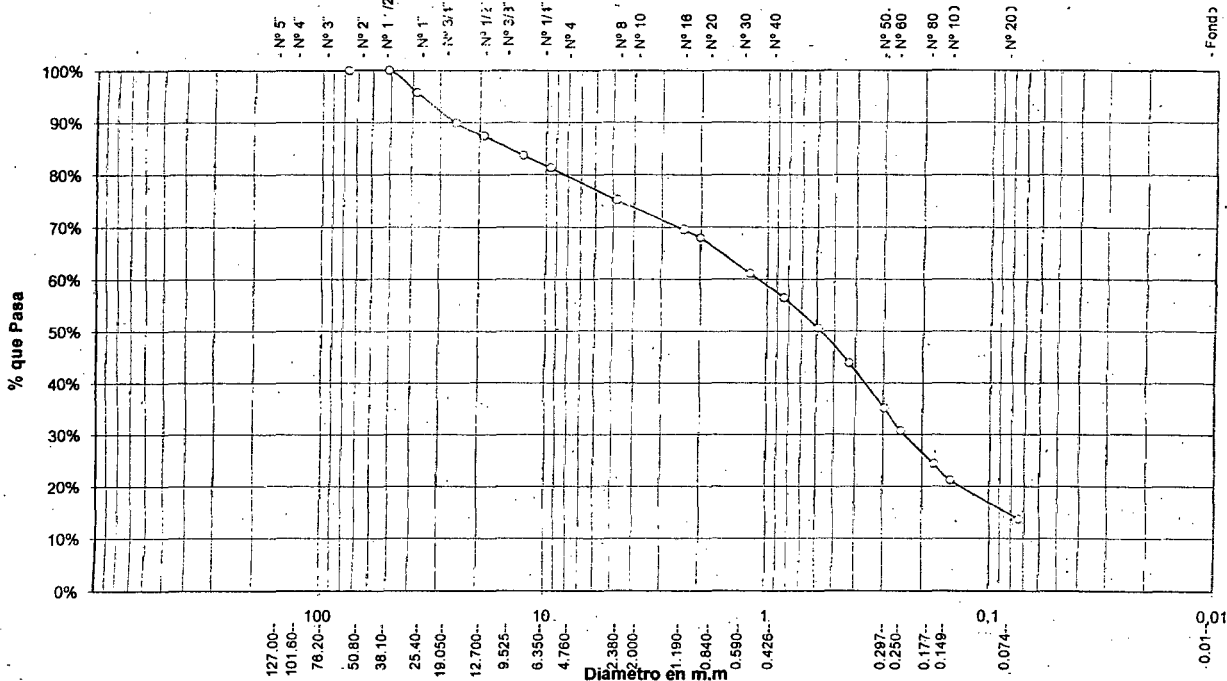
SUCS =	SM	AASHTO =	A1-b(0)
LL =	19,1	WT =	0,00
LP =	NP	WT+SAL =	11533,00
IP =	NP	WSAL =	11533,00
IG =	14	WT+SDL =	13875,00
		WSDL =	13875,00
D 90 =		%ARC =	13,76
D 60 =	1,12	%ERR =	0,00
D 30 =	0,23	Cc =	0,92
D 10 =	0,05	Cu =	22,44

Observaciones :

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra = 15,4

### Curva Granulometrica



Piedras mayores 3"	GRAVA	ARENA	LIMO	ARCILLA
Clasificación - ASTM				
Clasificación - AASHTO	GRAVA GRUESA	GRAVA MEDIA	GRAVA FINA	ARENA GRUESA



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°07**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

C-7

M-1

0,00-2,20

Fecha: 10/10/2013

## Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	6	29	21
Peso de lata, grs.	20,60	20,60	20,30
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	176,50	155,70	155,20
Peso del suelo seco + lata, grs.	164,20	145,00	144,30
Peso del agua, grs.	12,30	10,70	10,90
Peso del suelo seco, grs.	143,60	124,40	124,00
% de humedad	8,57	8,60	8,79
Promedio de humedad, %	8,65		

## Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

## Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
TARAPOTO

INGENIERO CIVIL CIP N° 26113  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-7

Prof.(m.) 0,00-2,20

Muestra: M-1

Coordenadas:

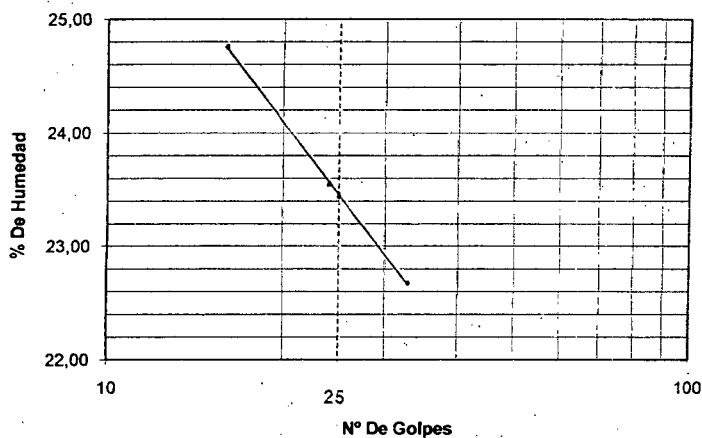
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	27	7	45
Peso de lata, grs.	10,47	10,87	10,48
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	34,49	31,32	34,16
Peso del suelo seco + lata, grs.	29,72	27,42	29,78
Peso del agua, grs.	4,77	3,90	4,38
Peso del suelo seco, grs.	19,25	16,55	19,30
% de Humedad.	24,73	23,56	22,69
Número de golpes	16	24	33

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



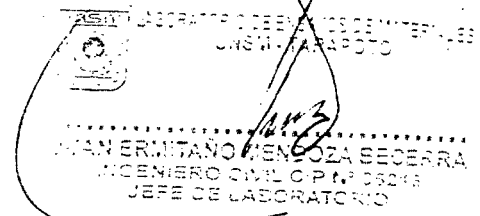
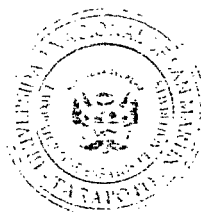
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	23,5
Límite Plástico (%)	14,5
Indice de Plasticidad Ip (%)	9,0
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-4(2)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	15	33	
Peso de lata, grs.	10,78	10,67	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	30,27	39,57	
Peso del suelo seco + lata, grs.	27,78	35,94	
Peso del agua, grs.	2,49	3,63	
Peso del suelo seco, grs.	17,00	25,27	
% de Humedad.	14,65	14,36	
% Promedio		14,51	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm³	
Volumen Final (suelo seco), cm³	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 65 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
l@unsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLOBOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-7

Prof.(m.): 0,00-2,20

Muestra: M-1

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido		% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)		Parcial	Acumulado			
5"	127,00						Modulo de Fineza AF:
4"	101,60						Modulo de Fineza AG:
3"	76,20						Ecuivalente de Arena:
2"	50,80						Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10						Arena fina a mediana plasticidad baja.
1"	25,40						
3/4"	19,050						SUCS =
1/2"	12,700						CL =
3/8"	9,525						WT =
1/4"	6,350				100,00%		WT+SAL =
Nº 4	4,760			0,00%	100,00%		WSAL =
Nº 8	2,380			0,00%	100,00%		WT+SDL =
Nº 10	2,000	0,14	0,14%	0,14%	99,86%		WSDL =
Nº 16	1,190	0,90	0,90%	1,04%	98,96%		%ARC. =
Nº 20	0,840	0,93	0,93%	1,97%	98,03%		%ERR. =
Nº 30	0,590	1,86	1,86%	3,83%	96,17%		Cu =
Nº 40	0,426	2,91	2,91%	6,74%	93,26%		
Nº 50	0,297	5,49	5,49%	12,23%	87,77%		
Nº 60	0,250	4,02	4,02%	16,25%	83,75%		
Nº 80	0,177	8,26	8,26%	24,51%	75,49%		
Nº 100	0,149	7,75	7,75%	32,26%	67,74%		
Nº 200	0,074	13,56	13,56%	45,82%	54,18%		
Fondo	0,01	54,18	54,18%	100,00%	0,00%		
TOTAL		100,00				A B	

Muestra recibida por el solicitante.

Observaciones:

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =

Peso del agua =

Peso del tarro =

Peso suelo húmedo =

Peso del tarro + Mh =

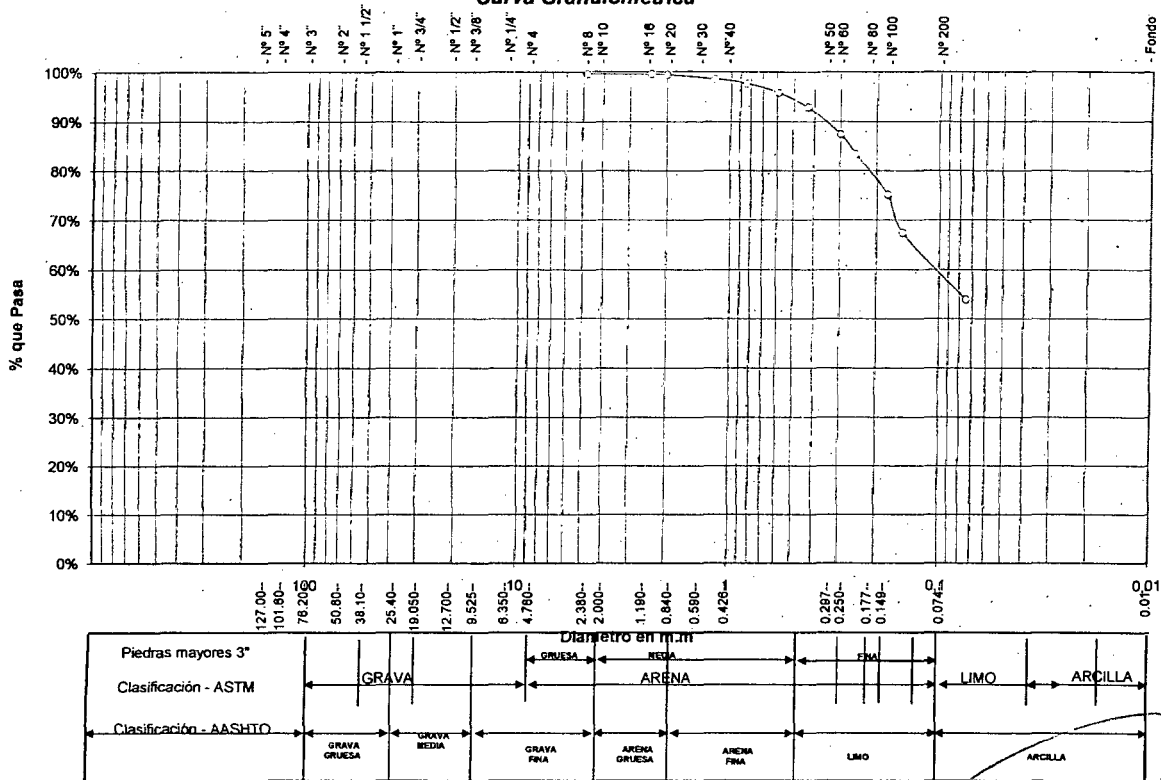
Peso suelo seco =

Peso del tarro + Ms =

% Humedad Muestra =

8,65

## Curva Granulometrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
TARAPOTO  
INGENIERO CARRILLO CIPRIANO  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza, S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

Fecha:

C-7

M-2

2,20-2,80

10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	8	13	15
Peso de lata, grs.	20,50	20,70	20,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	164,50	160,80	152,60
Peso del suelo seco + lata, grs.	155,80	152,25	144,90
Peso del agua, grs.	8,70	8,55	7,70
Peso del suelo seco, grs.	135,30	131,55	124,30
% de humedad	6,43	6,50	6,19
Promedio de humedad, %	6,37		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
INGENIERO CIVIL CIP N° 11116  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-7

Prof.(m.) 2,20-2,80

Muestra: M-2

Coordenadas:

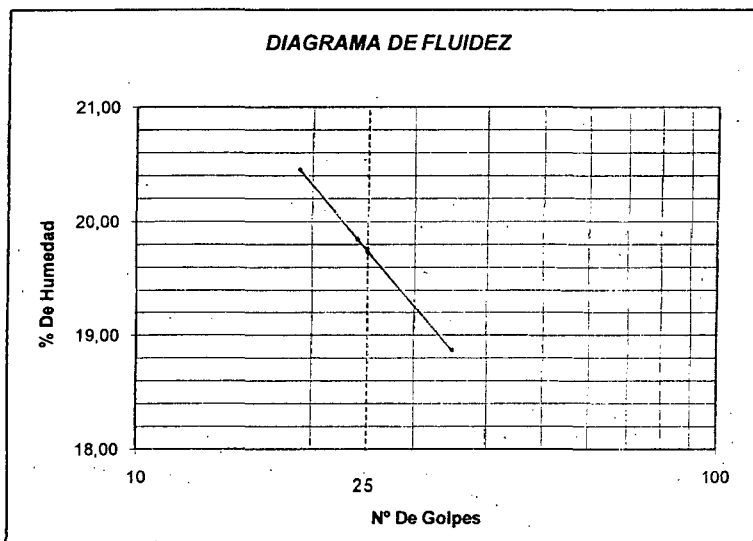
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	44	26	7
Peso de lata, grs.	10,84	10,65	10,89
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	38,21	36,24	38,72
Peso del suelo seco + lata, grs.	33,56	32,00	34,30
Peso del agua, grs.	4,65	4,24	4,42
Peso del suelo seco, grs.	22,72	21,35	23,41
% de Humedad.	20,47	19,86	18,88
Número de golpes	19	24	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



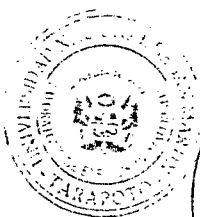
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	19,8
Límite Plástico (%)	14,6
Indice de Plasticidad Ip (%)	5,2
Clasificación SUCS	SM-SC
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	32	22	
Peso de lata, grs.	10,66	10,91	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	30,68	33,07	
Peso del suelo seco + lata, grs.	28,12	30,26	
Peso del agua, grs.	2,56	2,81	
Peso del suelo seco, grs.	17,46	19,35	
% de Humedad.	14,66	14,50	
% Promedio		14,58	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara Nº	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



INGENIERO CIVIL CIP N. 36218  
JEFE DEL LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Progresiva:

Entidad:

Sondeo:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Calicata:

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Prof.(m.): 2,20-2,80

Muestra: M-2

Estructura:

Fecha: 10/10/2013

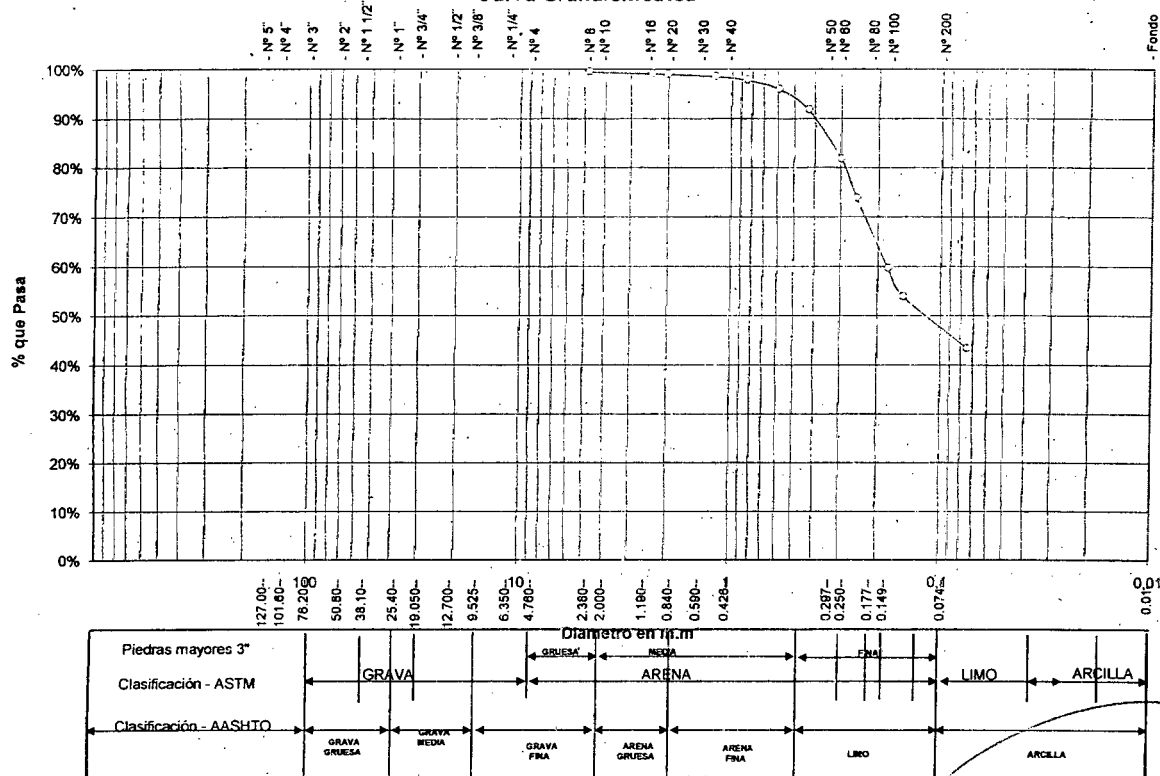
Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido		% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)		Parcial	Acumulado			
5"	127,00						Modulo de Fineza AF:
4"	101,60						Modulo de Fineza AG:
3"	76,20						Equivalente de Arena:
2"	50,80						Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10						
1"	25,40						
3/4"	19,050						SUCS = SM-SC AASHTO = A-4(0)
1/2"	12,700						LL = 19,8 WT = 0,00
3/8"	9,525						LP = 14,6 WT+SAL = 200,00
1/4"	6,350						IP = 5,2 WSAL = 200,00
Nº 4	4,750	0,71	0,36%	0,36%	99,65%		IG = 0 WT+SDL =
Nº 8	2,380	0,79	0,40%	0,75%	99,25%		WSOL =
Nº 10	2,000	0,22	0,11%	0,86%	99,14%		D 90= %ARC. = 43,66
Nº 16	1,190	0,95	0,48%	1,34%	98,67%		D 60= %ERR. = 0,00
Nº 20	0,840	1,42	0,71%	2,05%	97,96%		D 30= Cu =
Nº 30	0,590	3,67	1,84%	3,88%	96,12%		D 10=
Nº 40	0,426	8,18	4,09%	7,97%	92,03%		Observaciones:
Nº 50	0,297	19,96	9,98%	17,95%	82,05%		Muestra remitida por el solicitante.
Nº 60	0,250	15,94	7,97%	25,92%	74,08%		
Nº 80	0,177	28,57	14,29%	40,21%	59,80%		% de Humedad Natural de la muestra ensayada
Nº 100	0,149	11,47	5,74%	45,94%	54,06%		Número de tarro =
Nº 200	0,074	20,80	10,40%	56,34%	43,66%		Peso del agua =
Fondo	0,01	87,32	43,66%	100,00%	0,00%		Peso del tarro =
TOTAL		200,00				A B	Peso del tarro + Mh =
							Peso del tarro + Ms =

### Curva Granulometrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM-TARAPOTO  
CÉSAR MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL C.P.N. 06610  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°08**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-8

Muestra: M-1

Prof.(m.) 0,00-0,40

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

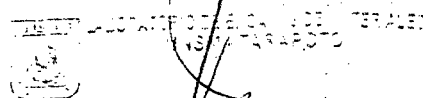
Lata	30	32	7
Peso de lata, grs.	20,60	20,80	20,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	182,50	166,20	142,30
Peso del suelo seco + lata, grs.	169,80	154,90	133,10
Peso del agua, grs.	12,70	11,30	9,20
Peso del suelo seco, grs.	149,20	134,10	112,50
% de humedad	8,51	8,43	8,18
Promedio de humedad, %	8,37		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



JUAN ERMITANO MENDOZA SECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 35215  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-8

Prof.(m.) 0,00-0,40

Muestra: M-1

Coordenadas:

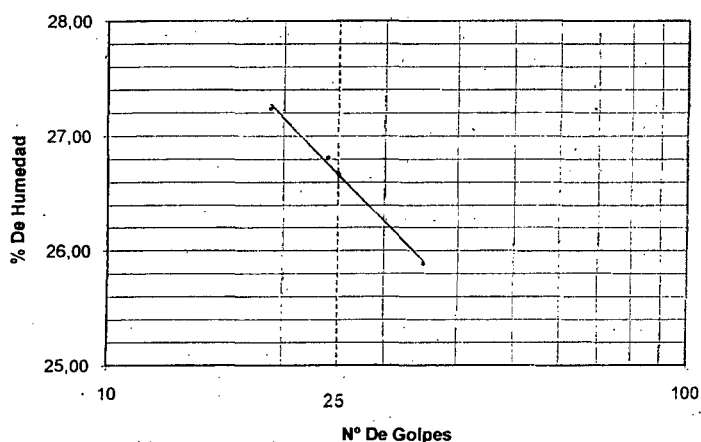
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	10	20	12
Peso de lata, grs.	10,62	10,71	10,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	46,40	34,45	48,87
Peso del suelo seco + lata, grs.	38,74	29,43	41,00
Peso del agua, grs.	7,66	5,02	7,87
Peso del suelo seco, grs.	28,12	18,72	30,40
% de Humedad.	27,24	26,82	25,89
Número de golpes	19	24	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	26,7
Límite Plástico (%)	19,0
Indice de Plasticidad Ip (%)	7,7
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	39	36
Peso de lata, grs.	10,85	10,79
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	30,35	31,26
Peso del suelo seco + lata, grs.	27,21	28,02
Peso del agua, grs.	3,14	3,24
Peso del suelo seco, grs.	16,36	17,23
% de Humedad.	19,19	18,80
% Promedio		19,00

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERNSTANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 30216  
JEFE DE LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

jenunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLOBOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-8

Prof. (m.): 0,00-0,40

Muestra: M-1

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						
5"	127,00					Modulo de Fineza AF:
4"	101,60					Modulo de Fineza AG:
3"	76,20					Equivalente de Arena:
2"	50,80					Descripción Muestra:
1 1/2"	38,10					Arena fina a media, arcillosa.
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760		0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380	0,15	0,15%	99,85%		
Nº 10	2,000	0,17	0,32%	99,68%		
Nº 16	1,190	0,54	0,86%	99,14%		
Nº 20	0,840	0,77	1,63%	98,37%		
Nº 30	0,590	1,75	3,38%	96,62%		
Nº 40	0,426	3,21	6,59%	93,41%		
Nº 50	0,297	6,72	13,31%	86,69%		
Nº 60	0,250	4,99	18,30%	81,70%		
Nº 80	0,177	12,13	30,43%	69,57%		
Nº 100	0,149	9,00	39,43%	60,57%		
Nº 200	0,074	30,11	69,54%	30,46%		
Fondo	0,01	30,46	100,00%	0,00%		
TOTAL	100,00				A B	

SUCS =	SC	AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	26,7	WT =	0,00
LP =	19,0	WT+SAL =	100,00
IP =	7,7	WSAL =	100,00
IG =	0	WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90 =		%ARC =	30,46
D 60 =		%ERR =	0,00
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

Observaciones :

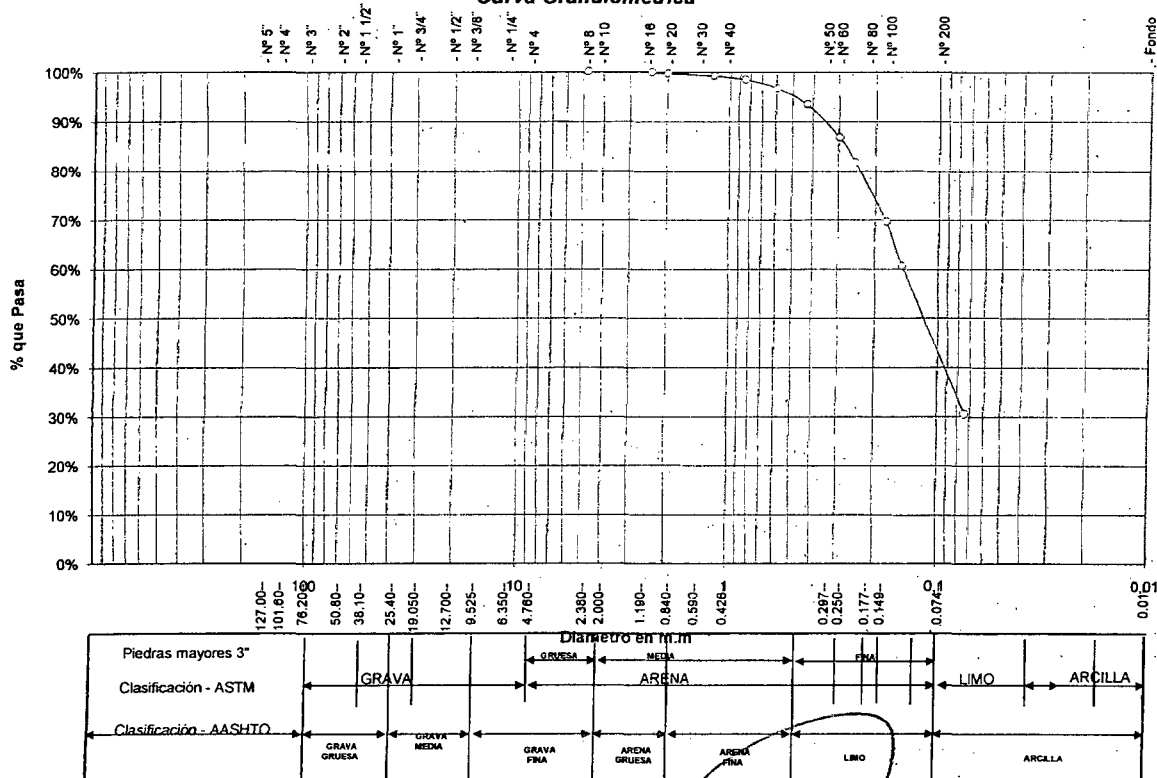
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

8,37

## Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM TARAPOTOJUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36210  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Sondeo:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Calicata:

C-8

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Muestra:

M-2

Estructura:

Prof.(m.)

0,40-1,00

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Fecha:

10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	8	14	2
Peso de lata, grs.	20,50	20,60	20,80
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	139,10	132,50	135,80
Peso del suelo seco + lata, grs.	129,60	123,80	126,80
Peso del agua, grs.	9,50	8,70	9,00
Peso del suelo seco, grs.	109,10	103,20	106,00
% de humedad	8,71	8,43	8,49
Promedio de humedad, %	8,54		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
TARAPOTO

JUAN HERNANDO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-8

Prof.(m.) 0,40-1,00

Muestra: M-2

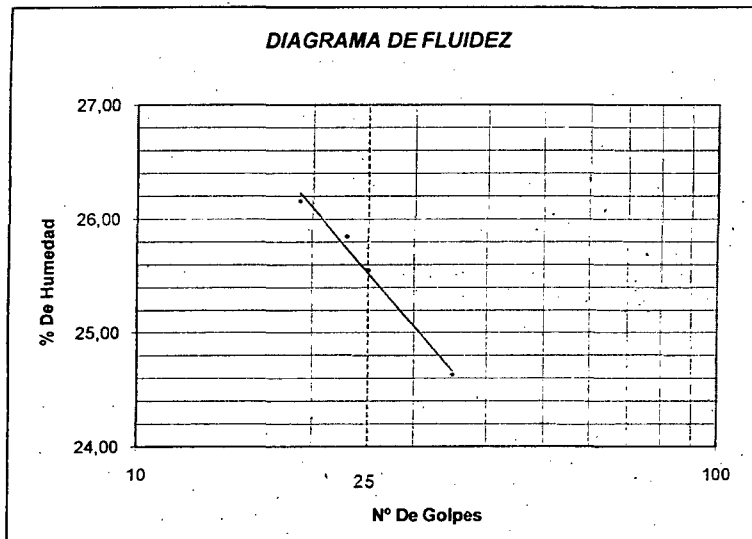
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	27	7	45
Peso de lata, grs.	10,47	10,87	10,48
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	34,49	31,32	34,16
Peso del suelo seco + lata, grs.	29,51	27,12	29,48
Peso del agua, grs.	4,98	4,20	4,68
Peso del suelo seco, grs.	19,04	16,25	19,00
% de Humedad.	26,16	25,85	24,63
Número de golpes	19	23	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Índice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	25,6
Límite Plástico (%)	20,7
Índice de Plasticidad Ip (%)	4,8
Clasificación SUCS	SM-SC
Clasificación AASHTO	A-4(0)
Índice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	29	31	
Peso de lata, grs.	10,67	10,72	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	27,46	29,74	
Peso del suelo seco + lata, grs.	24,56	26,50	
Peso del agua, grs.	2,90	3,24	
Peso del suelo seco, grs.	13,89	15,78	
% de Humedad.	20,88	20,53	
% Promedio		20,7	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERIC TAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO DE MINERÍA 2011A  
JEFE DEL LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-8

Prof.(m.): 0,40-1,00

Muestra: M-2

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					Arena fina limosa arcillosa.
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760			100,00%		
Nº 8	2,380	0,17	0,11%	0,11%		
Nº 10	2,000	0,19	0,13%	0,24%		
Nº 16	1,190	0,87	0,58%	0,82%		
Nº 20	0,840	1,20	0,80%	1,62%		
Nº 30	0,590	2,73	1,82%	3,44%		
Nº 40	0,426	4,41	2,94%	6,38%		
Nº 50	0,297	8,76	5,84%	12,22%		
Nº 60	0,250	6,37	4,25%	16,47%		
Nº 80	0,177	17,47	11,65%	28,11%		
Nº 100	0,149	10,98	7,32%	35,43%		
Nº 200	0,074	32,71	21,81%	57,24%		
Fondo	0,01	64,14	42,76%	100,00%		
TOTAL	150,00				A B	

SUCS =	SM-SC	AASHTO =	A-4(0)
LL =	25,6	WT =	0,00
LP =	20,7	WT+SAL =	150,00
IP =	4,8	WSAL =	150,00
IG =	0	WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90 =		%ARC =	42,76
D 60 =		%ERR =	0,00
D 30 =		Cc =	
D 10 =			

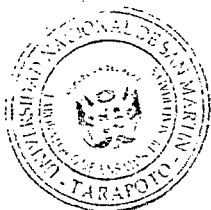
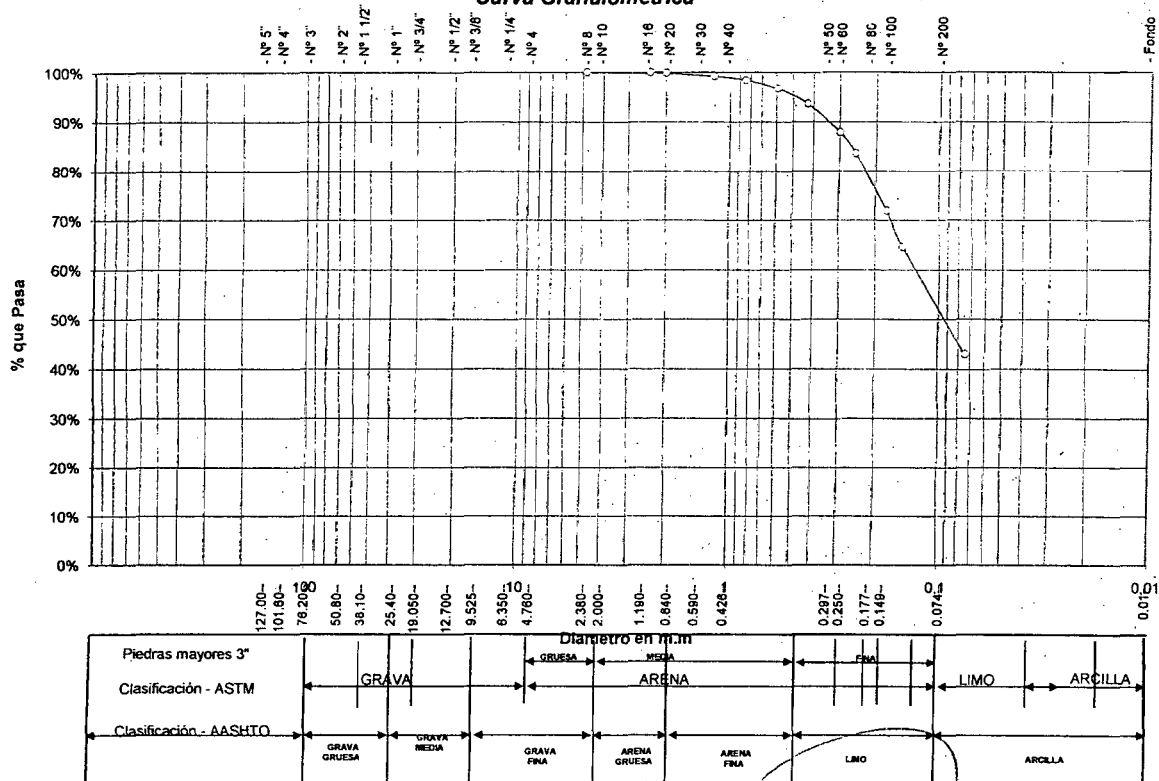
Observaciones:

Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

## Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJUAN ERMITIANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

10/10/2013

C-8

M-3

1,00-2,80

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	9	11	7
Peso de lata, grs.	20,70	20,60	20,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	144,10	158,00	147,70
Peso del suelo seco + lata, grs.	132,60	145,20	135,60
Peso del agua, grs.	11,50	12,80	12,10
Peso del suelo seco, grs.	111,90	124,60	115,00
% de humedad	10,28	10,27	10,52
Promedio de humedad, %	10,36		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
Peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo seco, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JOHN ERIC MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 38213  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Sondeo:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Calicata: C-8

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Prof.(m.) 1,00-2,80

Estructura:

Muestra: M-3

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

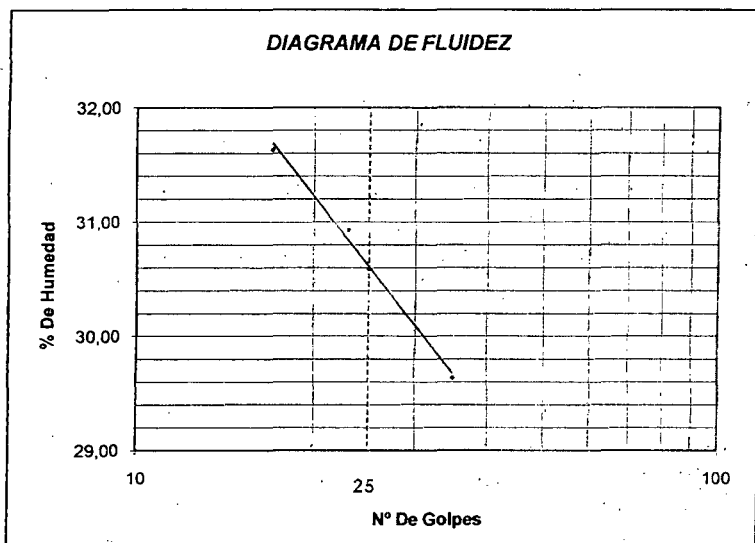
Coordenadas:

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	10	23	12
Peso de lata, grs.	10,62	10,78	10,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	46,40	43,58	48,87
Peso del suelo seco + lata, grs.	37,80	35,83	40,12
Peso del agua, grs.	8,60	7,75	8,75
Peso del suelo seco, grs.	27,18	25,05	29,52
% de Humedad.	31,64	30,94	29,64
Número de golpes	17	23	35



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	30,6
Límite Plástico (%)	17,3
Indice de Plasticidad Ip (%)	13,3
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(4)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	26	14	
Peso de lata, grs.	10,62	10,77	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	30,46	25,94	
Peso del suelo seco + lata, grs.	27,56	23,68	
Peso del agua, grs.	2,90	2,26	
Peso del suelo seco, grs.	16,94	12,91	
% de Humedad.	17,12	17,51	
% Promedio		17,31	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 35216  
JEFE DE LABORATORIO



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Prof.(m.):

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-8

Muestra:

M-3

Estructura:

Fecha: 10/10/2013

Hecho por:

Resp. Téc. César Mendoza S.

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					Arcilla con arena fina, firme.
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760		0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380		0,00%	100,00%		
Nº 10	2,000		0,00%	100,00%		
Nº 16	1,190	0,17	0,11%	99,89%		
Nº 20	0,840	0,33	0,22%	99,67%		
Nº 30	0,590	0,93	0,62%	99,05%		
Nº 40	0,426	2,47	1,65%	97,40%		
Nº 50	0,297	5,37	3,58%	93,82%		
Nº 60	0,250	5,03	3,35%	90,47%		
Nº 80	0,177	12,34	8,23%	82,24%		
Nº 100	0,149	9,09	6,06%	76,18%		
Nº 200	0,074	37,68	25,12%	51,06%		
Fondo	0,01	76,59	51,06%	100,00%		
TOTAL	150,00				A B	

LL	=	30,6	WT	=	0,00
LP	=	17,3	WT+SAL	=	150,00
IP	=	13,3	WSAL	=	150,00
IG	=	0	WT+SDL	=	
D 90	=		WSDL	=	
D 60	=		%ARC.	=	51,06
D 30	=		%ERR.	=	0,00
D 10	=		Cc	=	
			Cu	=	

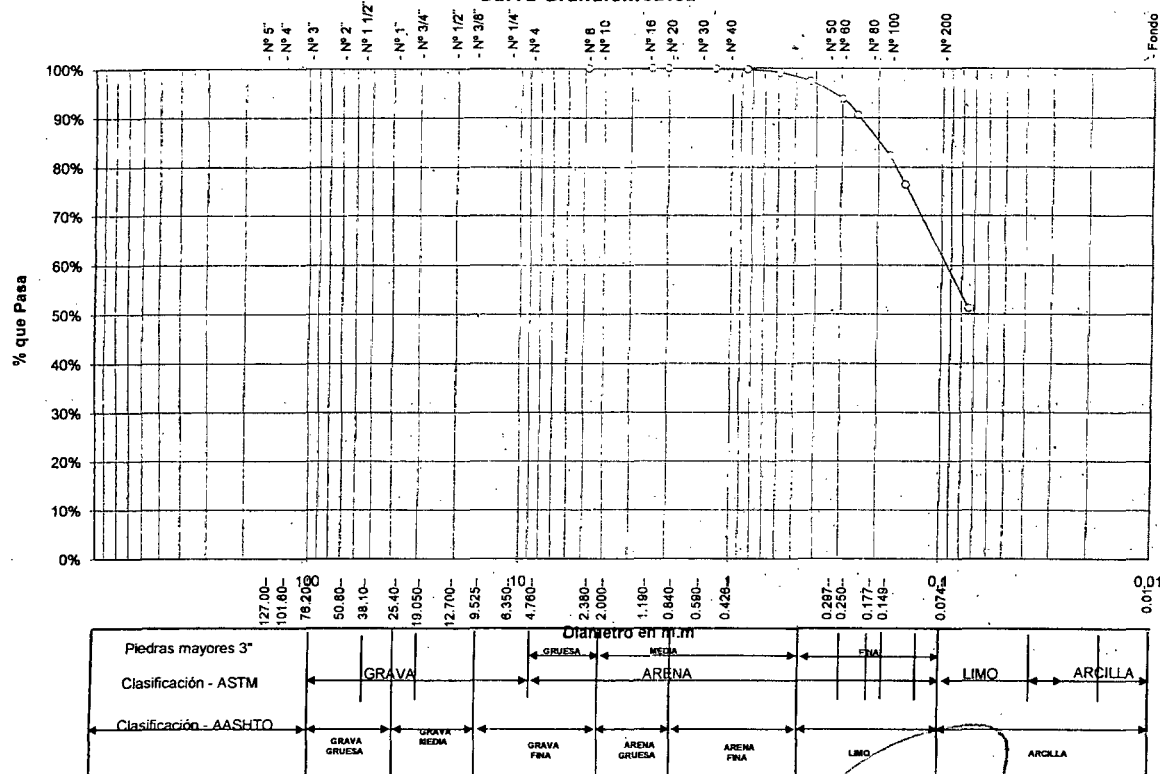
Observaciones:

Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro	=	Peso del agua	=
Peso del tarro	=	Peso suelo húmedo	=
Peso del tarro + Mh	=	Peso suelo seco	=
Peso del tarro + Ms	=	% Humedad Muestra	= 10,36

Curva Granulometrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJUAN ERMITANO MENDOZA ESCOBAR  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°09**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-9

Muestra: M-1

Prof.(m.)

0,00-0,40

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	9	11	7
Peso de lata, grs.	20,70	20,60	20,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	144,10	158,00	147,70
Peso del suelo seco + lata, grs.	132,60	145,20	135,60
Peso del agua, grs.	11,50	12,80	12,10
Peso del suelo seco, grs.	111,90	124,60	115,00
% de humedad	10,28	10,27	10,52
Promedio de humedad, %	10,36		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36218  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLOBOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-9

Prof.(m.) 0,00-0,40

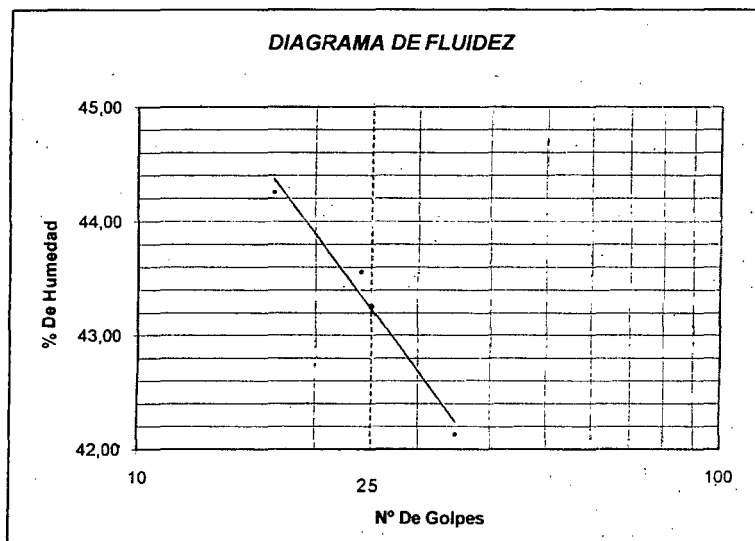
Muestra: M-1

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	11	9	147
Peso de lata, grs.	10,82	10,87	10,64
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	50,19	41,58	43,02
Peso del suelo seco + lata, grs.	38,11	32,26	33,42
Peso del agua, grs.	12,08	9,32	9,60
Peso del suelo seco, grs.	27,29	21,39	22,78
% de Humedad.	44,27	43,57	42,14
Número de golpes	17	24	35



Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	43,3
Límite Plástico (%)	22,0
Indice de Plasticidad Ip (%)	21,3
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-7-6(8)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	27	54	
Peso de lata, grs.	10,69	10,99	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	32,34	30,82	
Peso del suelo seco + lata, grs.	28,34	27,33	
Peso del agua, grs.	4,00	3,49	
Peso del suelo seco, grs.	17,65	16,34	
% de Humedad.	22,66	21,36	
% Promedio		22,01	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA SECERRA  
INGEN. EN CIVIL CIP 1735216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-9

Prof. (m.):

0,00-0,40

Muestra: M-1

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)					Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					Arcilla limosa con arena fina.
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760		0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380		0,00%	100,00%		
Nº 10	2,000		0,00%	100,00%		
Nº 16	1,190	0,38	0,38%	99,62%		
Nº 20	0,840	0,33	0,33%	99,29%		
Nº 30	0,590	0,75	0,75%	98,54%		
Nº 40	0,426	1,49	1,49%	97,05%		
Nº 50	0,297	2,88	5,83%	94,17%		
Nº 60	0,250	2,01	7,84%	92,16%		
Nº 80	0,177	4,70	12,54%	87,46%		
Nº 100	0,149	3,89	16,43%	83,57%		
Nº 200	0,074	30,62	47,05%	52,95%		
Fondo	0,01	52,95	100,00%	0,00%		
TOTAL	100,00				A B	

SUCS =	CL	AASHTO =	A-7-6(8)
LL =	43,3	WT =	0,00
LP =	22,0	WT+SL =	100,00
IP =	21,3	WSAL =	100,00
IG =	0	WT+SDL =	
D 90 =		WSDL =	
D 60 =		%ARC. =	52,95
D 30 =		%ERR. =	0,00
D 10 =		Cu =	

Observaciones:

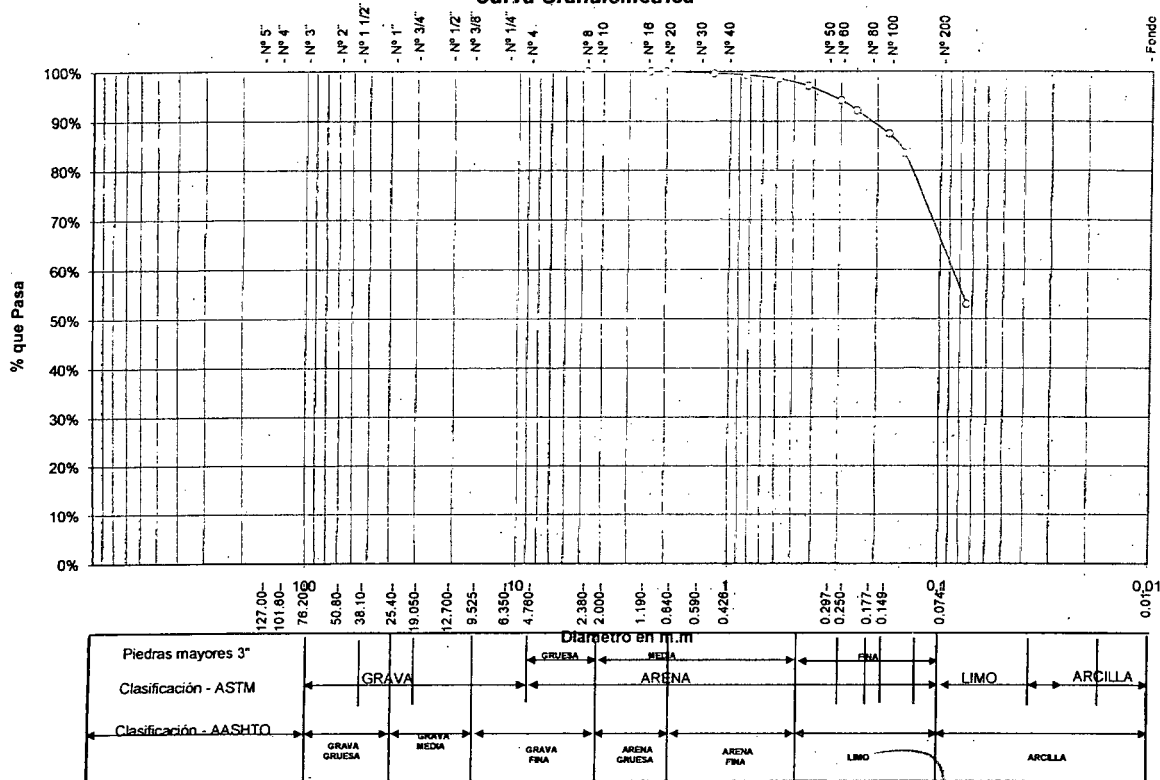
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

10,36

### Curva Granulometrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITADO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 3601  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof. (m.)

10/10/2013

C-9

M-2

0,40-2,80

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

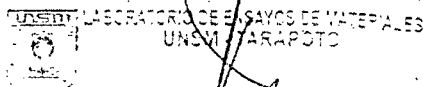
Lata	2	18	24
Peso de lata, grs.	20,70	20,20	20,60
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	192,50	172,60	167,20
Peso del suelo seco + lata, grs.	176,30	158,30	153,20
Peso del agua, grs.	16,20	14,30	14,00
Peso del suelo seco, grs.	155,60	138,10	132,60
% de humedad	10,41	10,35	10,56
Promedio de humedad, %	10,44		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



JOHN HERMITARIO MENDOZA MENDOZA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 10111  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-9

Prof.(m.) 0,40-2,80

Muestra: M-2

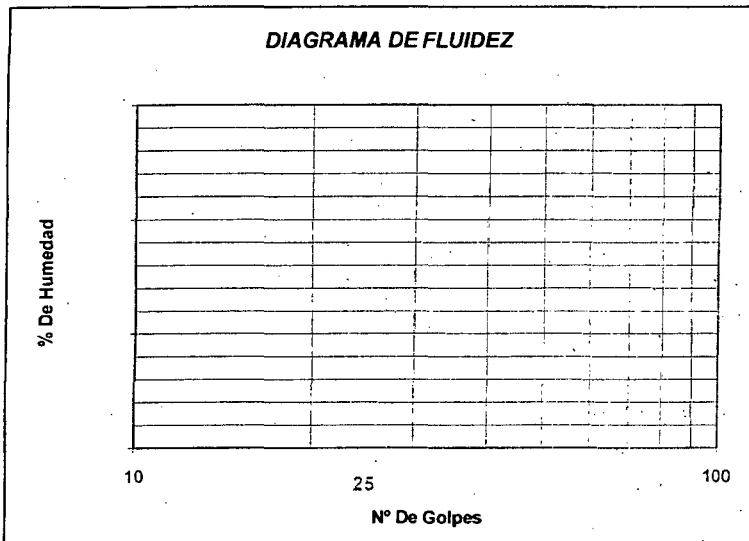
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata			
Peso de lata, grs.			
Peso del suelo húmedo + lata, grs.			
Peso del suelo seco + lata, grs.			
Peso del agua, grs.			
Peso del suelo seco, grs.			
% de Humedad.			
Número de golpes			

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Índice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	
Límite Plástico (%)	
Índice de Plasticidad Ip (%)	
Clasificación SUCS	
Clasificación AASHTO	
Índice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata			
Peso de lata, grs.			
Peso del suelo húmedo + lata, grs.			
Peso del suelo seco + lata, grs.			
Peso del agua, grs.			
Peso del suelo seco, grs.			
% de Humedad.			
% Promedio			

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP. N° 36217  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo  
Entidad: \_\_\_\_\_  
Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS  
Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación  
Estructura: \_\_\_\_\_  
Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.  
Progresiva: \_\_\_\_\_  
Sondeo: \_\_\_\_\_  
Calicata: C-9  
Prof.(m.): 0,40-2,80  
Muestra: M-2  
Fecha: 10/10/2013  
Coordenadas: \_\_\_\_\_

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760		0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380		0,00%	100,00%		
Nº 10	2,000		0,00%	100,00%		
Nº 16	1,190	0,27	0,27%	99,73%		
Nº 20	0,840	1,26	1,26%	98,47%		
Nº 30	0,590	0,86	0,86%	97,61%		
Nº 40	0,426	2,23	2,23%	95,38%		
Nº 50	0,297	6,35	6,35%	89,03%		
Nº 60	0,250	5,82	5,82%	83,21%		
Nº 80	0,177	18,79	18,79%	64,42%		
Nº 100	0,149	11,47	11,47%	52,95%		
Nº 200	0,074	34,00	34,00%	18,95%		
Fondo	0,01	18,95	100,00%	0,00%		
TOTAL	100,00				A B	

SUCS =	SM	AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	0,0	WT =	0,00
LP =	0,0	WT+Sal =	100,00
IP =	0,0	WSAL =	100,00
IG =	0	WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90 =		%ARC =	18,95
D 60 =		%ERR =	0,00
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

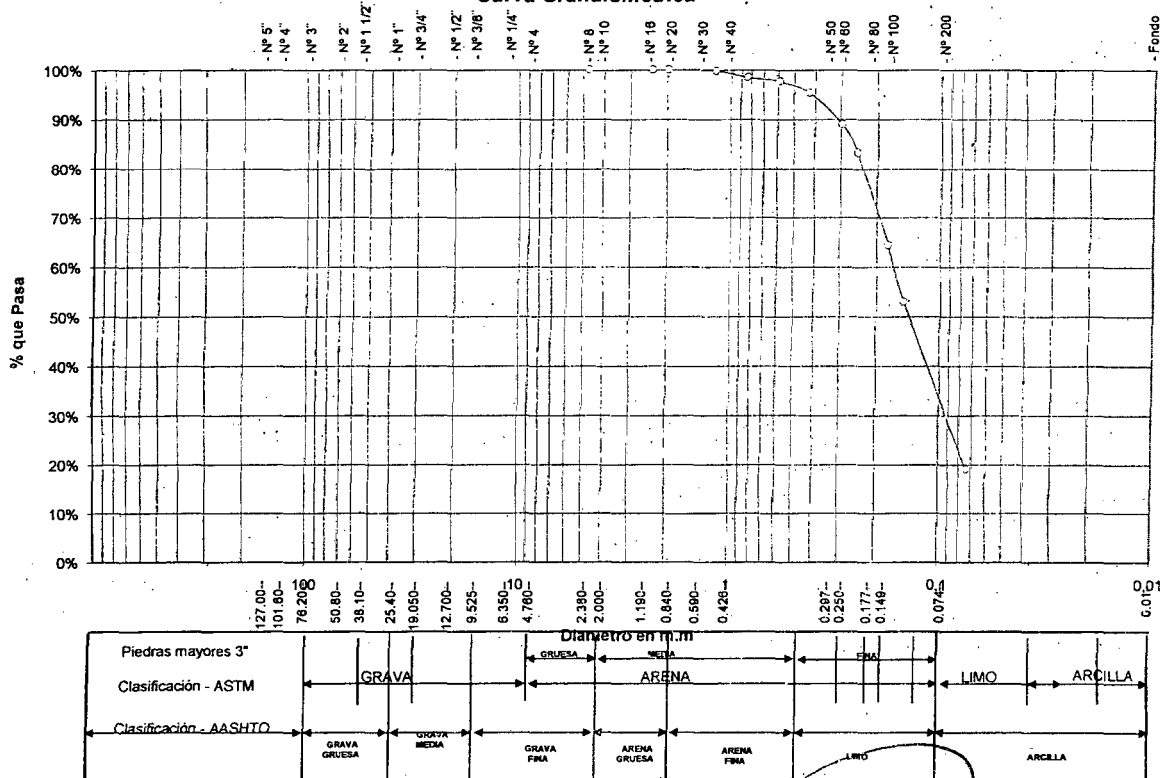
Observaciones:

Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

## Curva Granulométrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN HERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36216  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°10**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza, S.

Sondeo:

Calicata:

Muestra:

Prof.(m.)

Fecha:

C-10

M-1

0,20-2,50

10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	31	19	12
Peso de lata, grs.	20,30	20,40	20,40
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	145,20	154,80	160,30
Peso del suelo seco + lata, grs.	133,20	142,10	147,10
Peso del agua, grs.	12,00	12,70	13,20
Peso del suelo seco, grs.	112,90	121,70	126,70
% de humedad	10,63	10,44	10,42
Promedio de humedad, %	10,49		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
TARAPOTO

JUAN HERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-10

Prof.(m.) 0,20-2,50

Muestra: M-1

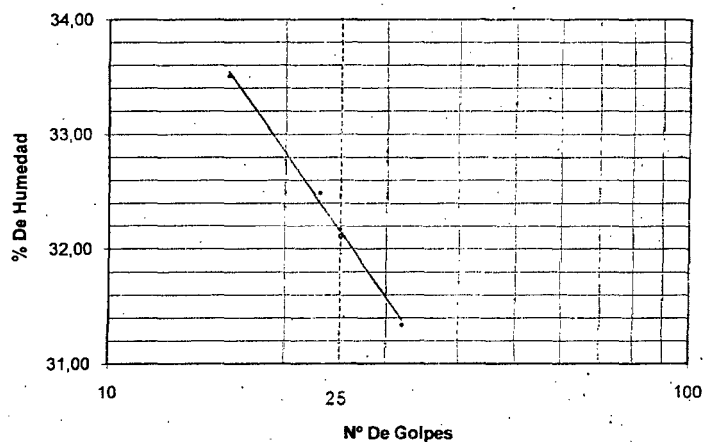
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	1	20	30
Peso de lata, grs.	10,77	10,87	10,70
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	44,52	47,37	45,91
Peso del suelo seco + lata, grs.	36,05	38,42	37,51
Peso del agua, grs.	8,47	8,95	8,40
Peso del suelo seco, grs.	25,28	27,55	26,81
% de Humedad.	33,50	32,49	31,33
Número de golpes	16	23	32

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



Índice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	32,1
Límite Plástico (%)	15,9
Índice de Plasticidad Ip (%)	16,2
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(5)
Índice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	15	53
Peso de lata, grs.	10,74	10,82
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	30,91	30,72
Peso del suelo seco + lata, grs.	28,08	28,04
Peso del agua, grs.	2,83	2,68
Peso del suelo seco, grs.	17,34	17,22
% de Humedad.	16,32	15,56
% Promedio		15,94

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm³	
Volumen Final (suelo seco), cm³	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

.....  
JUAN HERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36216  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20  
lemunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-10

Prof. (m.):

0,20-2,50

Muestra:

M-1

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices		Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø	(mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00						Modulo de Fineza AG:
4"	101,60						Equivalente de Arena:
3"	76,20						Descripción Muestra:
2"	50,80						
1 1/2"	38,10						
1"	25,40						
3/4"	19,05						
1/2"	12,70						
3/8"	9,525						
1/4"	6,350				100,00%		
Nº 4	4,760			0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380	0,63	0,63%	0,63%	99,37%		
Nº 10	2,000	0,25	0,25%	0,88%	99,12%		
Nº 16	1,190	1,07	1,07%	1,95%	98,05%		
Nº 20	0,840	1,05	1,05%	3,00%	97,00%		
Nº 30	0,590	1,91	1,91%	4,91%	95,09%		
Nº 40	0,426	3,16	3,16%	8,07%	91,93%		
Nº 50	0,297	6,25	6,25%	14,32%	85,68%		
Nº 60	0,250	3,94	3,94%	18,26%	81,74%		
Nº 80	0,177	7,83	7,83%	26,09%	73,91%		
Nº 100	0,149	4,49	4,49%	30,58%	69,42%		
Nº 200	0,074	17,96	17,96%	48,54%	51,46%		
Fondo	0,01	51,46	51,46%	100,00%	0,00%		
TOTAL		100,00				A B	

SUCS =	CL	AASHTO =	A-6(5)
LL =	32,1	WT =	0,00
LP =	15,9	WT+SAL =	100,00
IP =	16,2	WSAL =	100,00
IG =	0	WT+SDL =	
D =	90=	%ARC =	51,46
D =	60=	%ERR =	0,00
D =	30=	Cc =	
D =	10=	Cu =	

Observaciones:

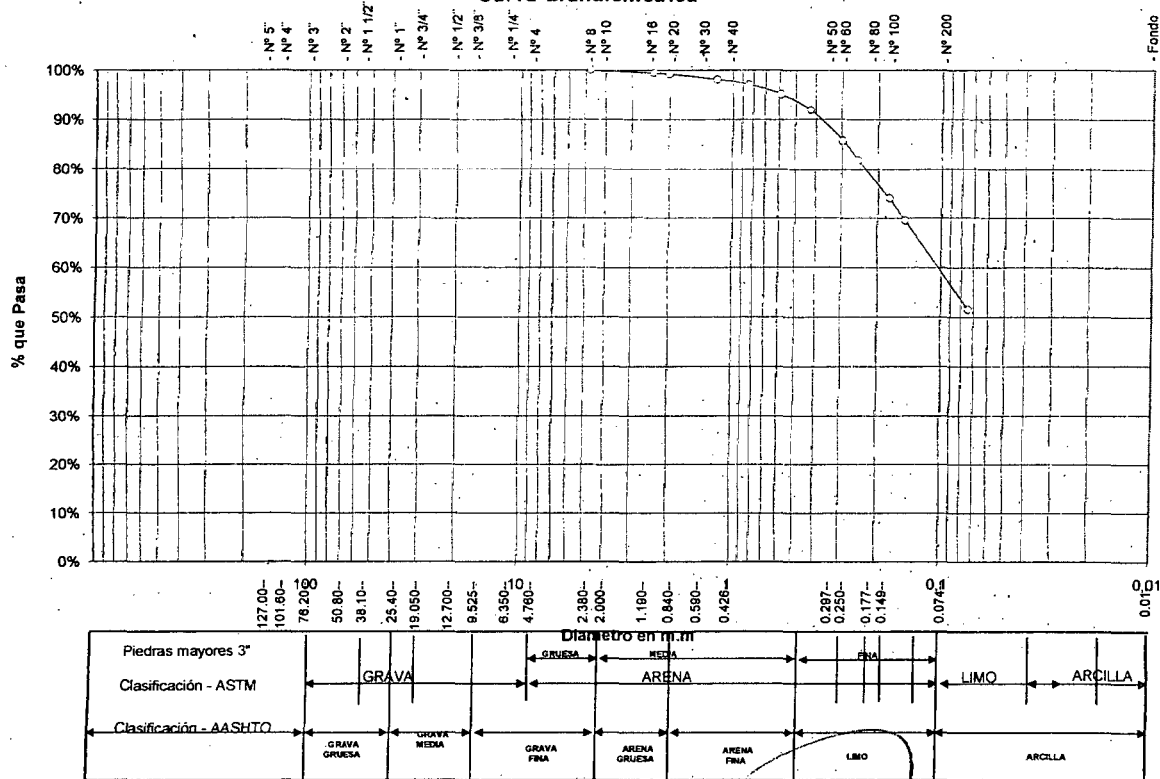
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

10,49

## Curva Granulometrica



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36213  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°11**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo  
Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS  
Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación  
Estructura:  
Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S. Fecha: 10/10/2013

Sondeo: C-11  
Calicata: M-1  
Muestra: 0,20-2,80  
Prof.(m.):

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	30	26	31
Peso de lata, grs.	20,60	20,40	20,30
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	158,30	165,40	157,20
Peso del suelo seco + lata, grs.	148,50	155,00	147,30
Peso del agua, grs.	9,80	10,40	9,90
Peso del suelo seco, grs.	127,90	134,60	127,00
% de humedad	7,66	7,73	7,80
Promedio de humedad, %	7,73		

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JOSE HERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 35216  
JEFE DE LABORATORIO





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-11

Prof. (m.): 0,20-2,80

Muestra: M-1

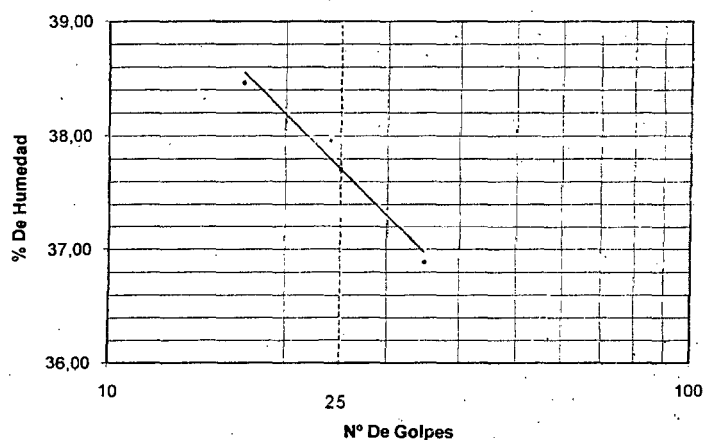
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	3	36	46
Peso de lata, grs.	10,81	10,59	10,79
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	35,24	38,45	36,75
Peso del suelo seco + lata, grs.	28,45	30,78	29,75
Peso del agua, grs.	6,79	7,67	7,00
Peso del suelo seco, grs.	17,64	20,19	18,96
% de Humedad.	38,49	37,99	36,92
Número de golpes	17	24	35

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



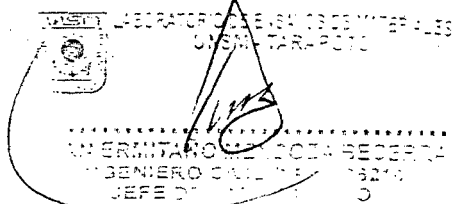
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	37,7
Límite Plástico (%)	14,3
Indice de Plasticidad Ip (%)	23,4
Clasificación SUCS	SC
Clasificación AASHTO	A-6(5)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	25	9	
Peso de lata, grs.	10,84	10,89	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	29,38	31,75	
Peso del suelo seco + lata, grs.	27,05	29,14	
Peso del agua, grs.	2,33	2,61	
Peso del suelo seco, grs.	16,21	18,25	
% de Humedad.	14,37	14,30	
% Promedio		14,34	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm³	
Volumen Final (suelo seco), cm³	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	





## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-11

Prof.(m.): 0,20-2,80

Muestra: M-1

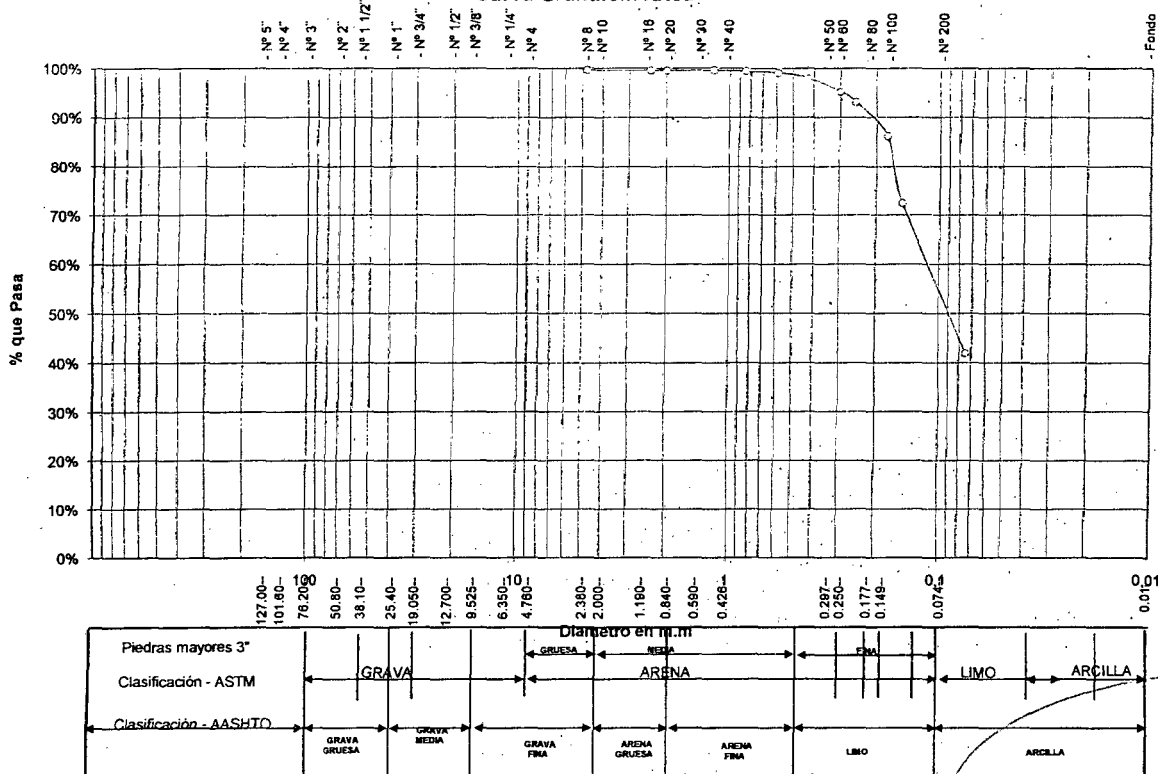
Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					Arcilla limosa con arena fina
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					SUCS = SC AASHTO = A-6(5)
1/2"	12,700					LL = 37,7 WT = 0,00
3/8"	9,525					LP = 14,3 WT+SAL = 100,00
1/4"	6,350			100,00%		IP = 23,4 WSAL = 100,00
Nº 4	4,760		0,00%	100,00%		IG = 0 WT+SOL =
Nº 8	2,380		0,00%	100,00%		WSDL =
Nº 10	2,000	0,10	0,10%	99,90%		D 90 = %ARC. = 42,23
Nº 16	1,190	0,00	0,00%	99,90%		D 60 = %ERR. = 0,00
Nº 20	0,840	0,14	0,14%	99,76%		D 30 = Cc =
Nº 30	0,590	0,34	0,58%	99,42%		D 10 = Cu =
Nº 40	0,426	1,04	1,04%	98,38%		Observaciones:
Nº 50	0,297	2,80	2,80%	95,58%		Muestra remitida por el solicitante.
Nº 60	0,250	2,14	2,14%	93,44%		
Nº 80	0,177	6,88	6,88%	86,56%		% de Humedad Natural de la muestra ensayada
Nº 100	0,149	13,75	13,75%	72,81%		Número de tarro =
Nº 200	0,074	30,58	30,58%	42,23%		Peso del agua =
Fondo	0,01	42,23	100,00%	0,00%		Peso del tarro =
TOTAL	100,00				A B	Peso del tarro + Ms =
						Peso del tarro + Ms =
						% Humedad Muestra = 7,73

## Curva Granulométrica

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N.º 3011  
JEFE DE LABORATORIO

**CALICATA N°12**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05, TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Sondeo:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Calicata:

C-12

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Muestra:

M-1

Estructura:

Prof.(m.)

0,00-0,60

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	80	78	84
Peso de lata, grs.	20,40	20,70	20,50
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	163,50	175,10	172,60
Peso del suelo seco + lata, grs.	150,00	160,70	158,60
Peso del agua, grs.	13,50	14,40	14,00
Peso del suelo seco, grs.	129,60	140,00	138,10
% de humedad	10,42	10,29	10,14
Promedio de humedad, %		10,28	

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



ELABORADO POR: INGENIERO CÉSAR MENDOZA BECERRA  
JEFE DEL LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS.

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-12

Prof.(m.) 0,00-0,60

Muestra: M-1

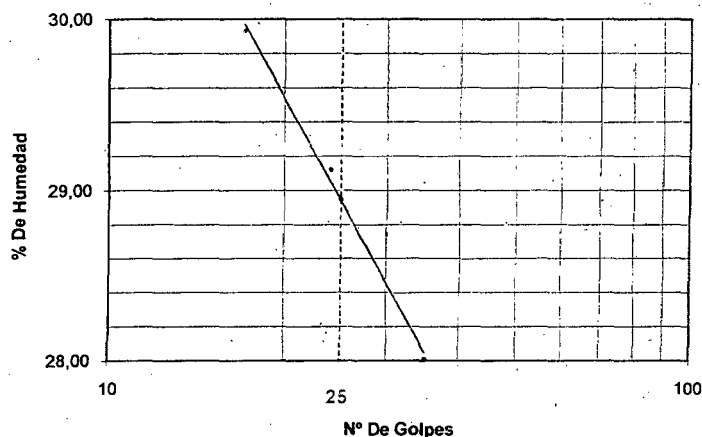
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	5	79	63
Peso de lata, grs.	10,92	10,49	10,80
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	34,05	31,59	33,28
Peso del suelo seco + lata, grs.	28,72	26,83	28,36
Peso del agua, grs.	5,33	4,76	4,92
Peso del suelo seco, grs.	17,80	16,34	17,56
% de Humedad.	29,94	29,13	28,02
Número de golpes	17	24	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



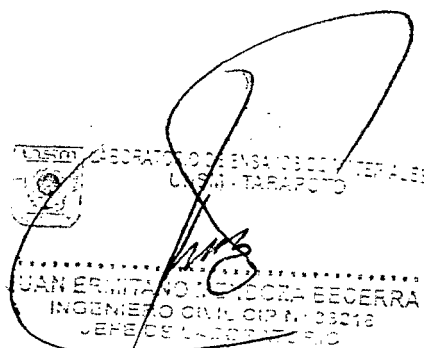
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	29,0
Límite Plástico (%)	14,7
Indice de Plasticidad Ip (%)	14,2
Clasificación SUCS	CL
Clasificación AASHTO	A-6(5)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata	34	79	
Peso de lata, grs.	10,72	10,54	
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	25,86	23,54	
Peso del suelo seco + lata, grs.	23,92	21,87	
Peso del agua, grs.	1,94	1,67	
Peso del suelo seco, grs.	13,20	11,33	
% de Humedad.	14,70	14,74	
% Promedio		14,72	

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm <sup>3</sup>	
Volumen Final (suelo seco), cm <sup>3</sup>	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemu@sm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Entidad:

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Progresiva:

Sondeo:

Calicata:

C-12

Prof.(m.):

0,00-0,60

Muestra:

M-1

Fecha: 10/10/2013

Coordenadas:

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:	Modulo de Fineza AF:	Modulo de Fineza AG:	Equivalente de Arena:	Descripción Muestra:
Ø	(mm)									Arena fina a media, limosa.
5"	127,00									
4"	101,60									
3"	76,20									
2"	50,80									
1 1/2"	38,10									
1"	25,40									
3/4"	19,05									
1/2"	12,70									
3/8"	9,525									
1/4"	6,350			100,00%						
Nº 4	4,750		0,00%	100,00%						
Nº 8	2,380		0,00%	100,00%						
Nº 10	2,000	0,34	0,16%	99,84%						
Nº 16	1,190	1,91	0,89%	98,95%						
Nº 20	0,840	2,38	1,11%	97,85%						
Nº 30	0,590	4,07	1,89%	95,95%						
Nº 40	0,425	5,95	3,23%	92,72%						
Nº 50	0,297	12,47	5,80%	86,92%						
Nº 60	0,250	8,70	4,05%	82,87%						
Nº 80	0,177	18,22	8,47%	74,40%						
Nº 100	0,149	11,17	5,20%	69,20%						
Nº 200	0,074	29,30	13,63%	55,58%						
Fondo	0,01	119,49	55,58%	100,00%						
TOTAL	215,00				A B					

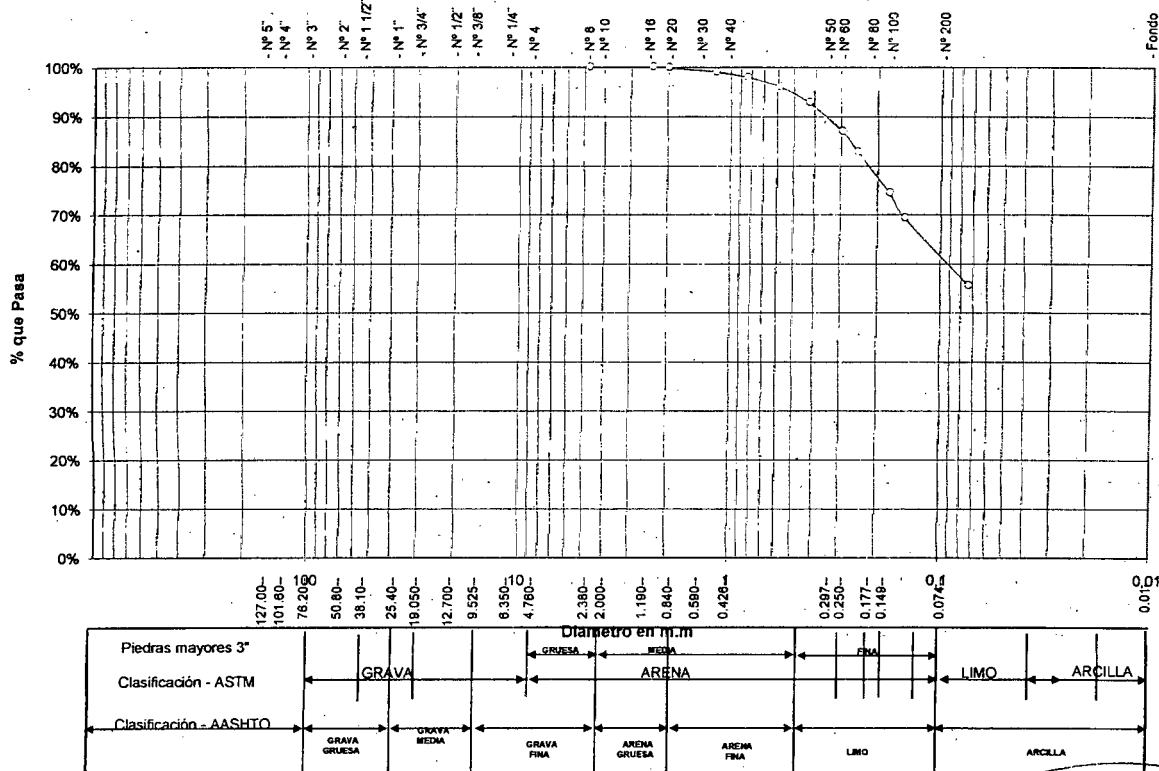
SUCS =	CL	AASHTO =	A-6(5)
LL =	29,0	WT =	0,00
LP =	14,7	WT+SAL =	215,00
IP =	14,2	WSAL =	215,00
IG =	0	WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90=		%ARC. =	55,58
D 60=		%ERR. =	0,00
D 30=		Cc =	
D 10=		Cu =	

Observaciones:

Muestra recibida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada	
Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Muestra =

Curva Granulométrica



JUAN ESPINOSA DE VILLALBA  
ING. CIVIL - CIP 136216  
JEFE DEL LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Sondeo:

Calicata: C-12

Muestra: M-2

Prof.(m.) 0,60-2,80

Fecha: 10/10/2013

### Determinación del % de Humedad Natural ASTM D 2216 - NTP 339.127

Lata	16	49	22
Peso de lata, grs.	20,50	20,60	20,20
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	165,20	163,80	160,30
Peso del suelo seco + lata, grs.	155,70	154,30	150,30
Peso del agua, grs.	9,50	9,50	10,00
Peso del suelo seco, grs.	135,20	133,70	130,10
% de humedad	7,03	7,11	7,69
Promedio de humedad, %		7,27	

### Gravedad Específica de Sólidos ASTM D-854

Lata		
Vol. del frasco a 20° C.		
Método de remoción del aire		
Peso del frasco+agua+suelo, grs.		
Temperatura, °C		
Peso del frasco+agua, grs.		
peso de recipiente+suelo seco, grs.		
Peso del suelo seco, grs.		
Volumen de sólidos, cm <sup>3</sup>		
Gravedad específica, grs/cm <sup>3</sup>		
Promedio, grs/cm <sup>3</sup>		

### Determinación del Peso Volumétrico ASTM D 2937

Anillo				
Peso de anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo + anillo, grs.				
Peso del suelo húmedo, grs.				
Volumen del anillo, cm <sup>3</sup>				
Peso unitario, Kgrs/m <sup>3</sup>				
Promedio, Kgrs/m <sup>3</sup>				



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

CECILIA MENDOZA SANCHEZ

GENERO CIVIL OIP N. 1001

JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo

Solicitante: TESISISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS

Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación

Estructura:

Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza. S.

Coordenadas:

Sondeo:

Calicata: C-12

Prof.(m.) 0,60-2,80

Muestra: M-2

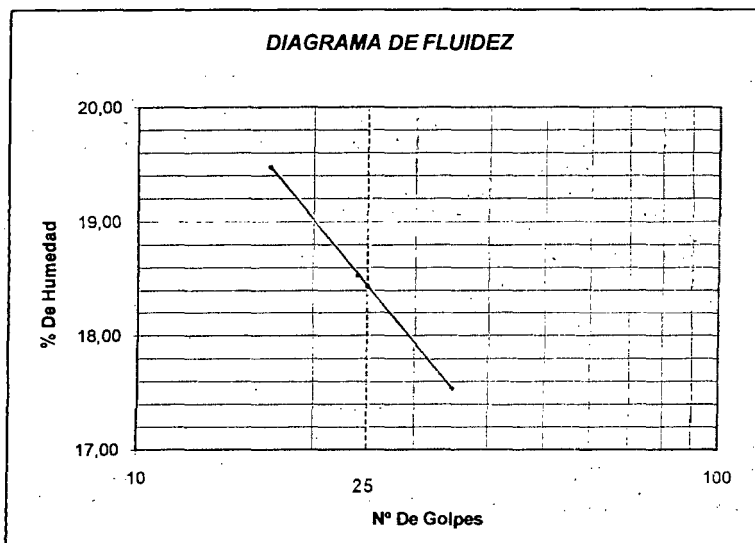
Fecha: 10/10/2013

### Determinación del Límite Líquido

ASTM D-4318 - N.T.P. 339.129

Lata	14	6	30
Peso de lata, grs.	10,83	10,69	10,73
Peso del suelo húmedo + lata, grs.	40,26	42,15	40,34
Peso del suelo seco + lata, grs.	35,46	37,23	35,92
Peso del agua, grs.	4,80	4,92	4,42
Peso del suelo seco, grs.	24,63	26,54	25,19
% de Humedad.	19,49	18,54	17,55
Número de golpes	17	24	35

### DIAGRAMA DE FLUIDEZ



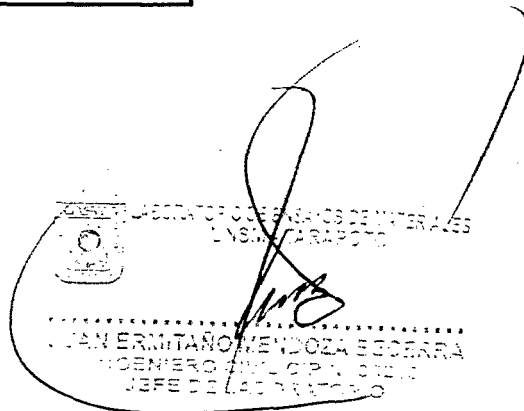
Indice de Flujo Fi	
Límite de contracción (%)	
Límite Líquido (%)	18,4
Límite Plástico (%)	NP
Indice de Plasticidad Ip (%)	NP
Clasificación SUCS	SM
Clasificación AASHTO	A-2-4(0)
Indice de consistencia Ic	

### Determinación del Límite Plástico ASTM D 4318 - NTP 339.129

Lata			
Peso de lata, grs.			
Peso del suelo húmedo + lata, grs.			
Peso del suelo seco + lata, grs.			
Peso del agua, grs.			
Peso del suelo seco, grs.			
% de Humedad.			
% Promedio			

### Límite de Contracción ASTM D 427

Tara N°	
Peso rec. + suelo húmedo, grs.	
Peso rec. + suelo seco, grs.	
Peso rec. de contracción, grs.	
Peso del suelo seco, grs.	
Peso del agua, grs.	
Humedad, %	
Vol. Inicial (suelo húmedo), cm³	
Volumen Final (suelo seco), cm³	
Límite de Contracción %	
Relación de Contracción	







Proyecto: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
Ubicación: Las Palmas - Banda de Shilcayo  
Entidad: \_\_\_\_\_  
Solicitante: TESISTA RODOLFO ARMANDO VILLALOBOS RIOS  
Descripción del Suelo: Suelo natural de excavación  
Estructura: \_\_\_\_\_  
Hecho por: Resp. Téc. César Mendoza S.

Progresiva: \_\_\_\_\_  
Sondeo: \_\_\_\_\_  
Calicata: C-12  
Prof.(m.): 0,60-2,80  
Muestra: M-2  
Fecha: 10/10/2013  
Coordenadas: \_\_\_\_\_

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 400.012.

Tamices	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	Tamaño Máximo:
Ø (mm)						Modulo de Fineza AF:
5"	127,00					Modulo de Fineza AG:
4"	101,60					Equivalente de Arena:
3"	76,20					Descripción Muestra:
2"	50,80					Arena fina a media, limosa.
1 1/2"	38,10					
1"	25,40					
3/4"	19,050					
1/2"	12,700					
3/8"	9,525					
1/4"	6,350			100,00%		
Nº 4	4,760		0,00%	100,00%		
Nº 8	2,380	0,33	0,22%	99,78%		
Nº 10	2,000	0,14	0,09%	99,69%		
Nº 16	1,190	1,05	0,70%	98,99%		
Nº 20	0,840	1,75	1,17%	97,82%		
Nº 30	0,590	4,57	3,05%	94,77%		
Nº 40	0,426	11,56	7,71%	87,07%		
Nº 50	0,297	26,00	17,33%	69,73%		
Nº 60	0,250	15,42	10,28%	59,45%		
Nº 80	0,177	22,47	14,98%	44,47%		
Nº 100	0,149	8,50	5,67%	38,81%		
Nº 200	0,074	19,13	12,75%	26,05%		
Fondo	0,01	39,08	26,05%	0,00%		
TOTAL	150,00				A B	

SUCS =	SM	AASHTO =	A-2-4(0)
LL =	18,4	WT =	0,00
LP =	NP	WT+SAL =	150,00
IP =	NP	WSAL =	150,00
IG =	0	WT+SDL =	
		WSDL =	
D 90 =		%ARC =	26,05
D 60 =		%ERR =	0,00
D 30 =		Cc =	
D 10 =		Cu =	

Observaciones:

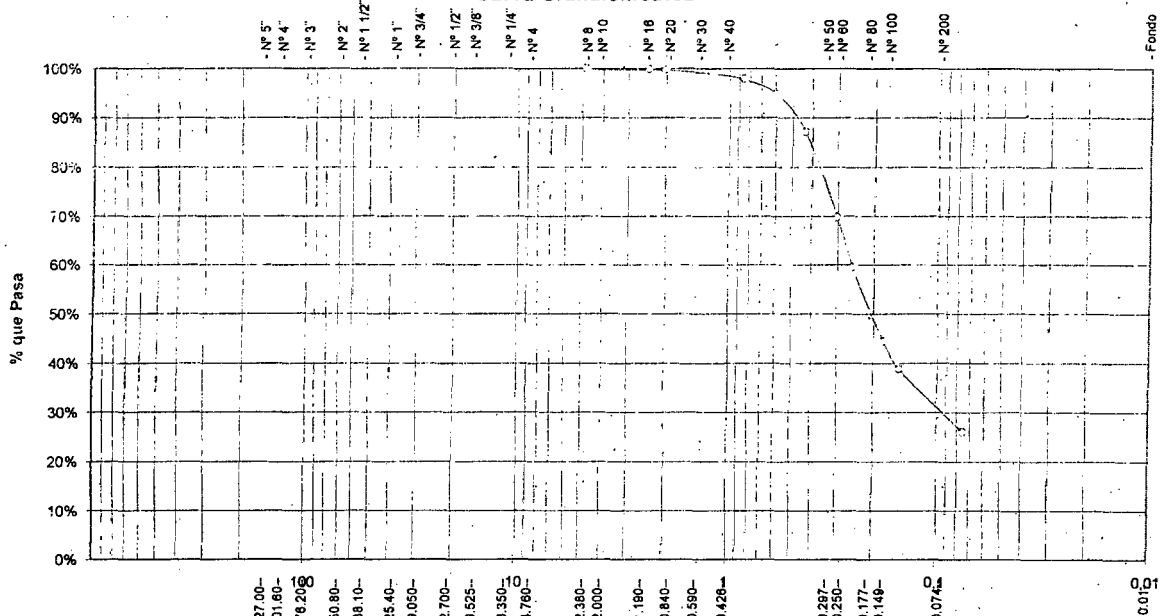
Muestra remitida por el solicitante.

% de Humedad Natural de la muestra ensayada

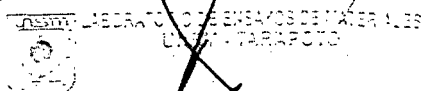
Número de tarro =	Peso del agua =
Peso del tarro =	Peso suelo húmedo =
Peso del tarro + Mh =	Peso suelo seco =
Peso del tarro + Ms =	% Humedad Natural =

7,27

Curva Granulometrica



Diámetro en m.m							
Piedras mayores 3"	GRAVA		GRUESA	MEDIANA	FINA	LIMO	ARCILLA
Clasificación - ASTM				ARENA			
Clasificación - AASHTO	GRAVA GRUESA	GRAVA MEDIANA	GRAVA FINA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	LIMO	ARCILLA



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN  
TARAPOTO - PERU

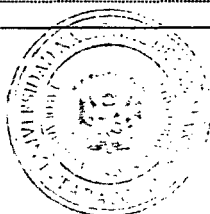
# **ANEXO N° 02: REGISTRO DE EXCAVACION DE LAS CALICATAS**

## REGISTRO DE EXCAVACIÓN

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO PØBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavaci³n.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Rios.				
PROGRESIVA (Km)		PROF.(m)	2,80	LOCALIZACION	PROV. San Martin      DIST    La Banda de Shilcayo.
CALICATA	C-1	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)	2,80	FECHA	oct-13		

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm3)	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0.00			S-M			CL
0.40				Suelo de cobertura, arcilla orgánica.		
		14.90	M-1			CL
1.20				Arcilla inorgánica de color tabaco claro, muy plástica, húmeda, con arena fina, de consistencia media.		
1.50				Muestra inalterada para corte directo.		
		17.50	M-2			CL
2.00				Arcilla inorgánica de color marrón oscuro, de plasticidad media, húmeda, con arena fina, de consistencia media.		
		17.50	M-3			CL
2.80				Arcilla inorgánica de color marrón claro, de plasticidad baja, húmeda, con arena fina, de consistencia suave.		

Observaciones:



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

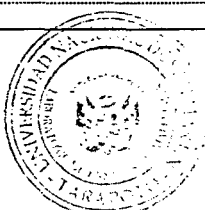
JUAN E. M. TANAMENDOC, EDEARA  
INGENIERO CIVIL DE PNEUMATICA  
JEFE DE LABORATORIO

## REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Ríos.				
PROGRESIVA (Km)		PROF.(m)	2,50	LOCALIZACION	PROV. San Martín
CALICATA	C-2	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)		FECHA	oct-13	DIST La Banda de Shilcayo.	

[illegible]

Observaciones:



JUAN ERICARDO LOPEZ DE ECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 00215  
JEFE DE LABORATORIO

## REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Rios.				
PROGRESIVA (Km)		PROF.(m)	2,50	LOCALIZACION	PROV. San Martin
CALICATA	C-3	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)		FECHA	oct-13		DIST La Banda de Shilcayo.

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm3)	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0.00						
0.40		12.10	M-1	Arcilla inorgánica de color tabaco claro, de alta plasticidad, húmeda, con arena fina, de consistencia firme.		CH
0.80						
		14.90	M-2	Muestra inalterada para corte directo.		CL
1.80				Arcilla inorgánica de color marrón claro, de plasticidad media, húmeda, con arena fina, de consistencia firme.		
		13.40	M-3	Arcilla inorgánica con arena fina, fracción fina color marrón claro, de plasticidad media, húmeda, de consistencia firme.		CL
2.50						

Observaciones:



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARPOTO

JUAN FERNANDO MENDOZA BICERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36218  
JEFE DE LABORATORIO

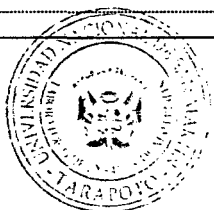


## REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Ríos.				
PROGRESIVA (Km)		PROF.(m)	3,00	LOCALIZACION	PROV. San Martín DIST La Banda de Shilcayo.
CALICATA	C-4	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)		FECHA	oct-13		

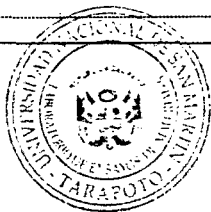
Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm3)	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0,00						
		12,10	M-1			CL
				Arcilla inorgánica de color tabaco claro, de mediana plasticidad, húmeda, con arena fina, de consistencia firme.		
1,20						
		14,30	M-2			SM-SC
				Arena limosa arcillosa fina, de compactación suave, poco húmeda, fracción fina color ma de plasticidad baja.		
3,00						

Observaciones:

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTOJUAN ERMITAÑO MENDOZA SECERRA  
INGENIERO CIVIL  
JEFE DEL LABORATORIO

## REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Ríos.				
PROGRESIVA (Km)		PROF. (m)	3,00	LOCALIZACION	PROV. San Martin
CALICATA	C-5	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)		FECHA	oct-13		DIST La Banda de Shilcayo.

[illegible]

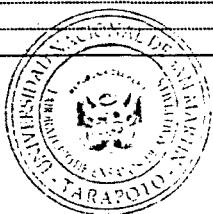
JUAN ERMITIANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 35210  
JEFE DE LABORATORIO

## REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Ríos.				
PROGRESIVA (Km).		PROF.(m)	2.80	LOCALIZACION	PROV. San Martín      DIST. La Banda de Shilcayo.
CALICATA	C-6	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)	2.80	FECHA	oct-13		

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0.00		17.40	M-1	Arcilla inorgánica de color marrón claro, de mediana plasticidad, húmeda, con arena fina, de consistencia firme.		CL
0.30		5.30	M-2			SM
				Arena limosa fina a media, de compactacion suave, poco húmeda, fraccion fina no plástica, color marrón.		
1.60		15.40	M-3			SM
				Arena limosa fina a media, con grava fina, de compactacion suave, poco húmeda, fracción fina no plástica, color marrón.		
2.80						

Observaciones:



JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36016  
JEFE DE LABORATORIO

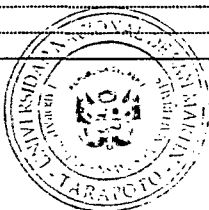


## REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Ríos.				
PROGRESIVA (Km)		PROF.(m)	2,80	LOCALIZACION	PROV. San Martín      DIST. La Banda de Shilcayo.
CALICATA	C-7	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)	2,80	FECHA	oct-13		

[illegible]

Observaciones:



UNSM - TARAPOTO

JUAN ERICANDO MENDOZA SECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N. 38215  
JEFE DE LABORATORIO

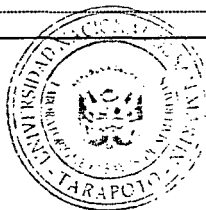


### REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Ríos.				
PROGRESIVA (Km)		PROF.(m)	2,80	LOCALIZACION	PROV. San Martín DIST La Banda de Shilcayo.
CALICATA	C-8	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)	2,80	FECHA	oct-13		

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm3)	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0,00		8,40	M-1	Arena limosa fina a media, compacta, poco húmeda, fraccion fina de plasticidad baja, color marrón.		SM
0,40		8,50	M-2	Arena limosa arcillosa, fina a media, de compactacion suave, poco húmeda, fraccion fina de plasticidad baja, color beige oscuro.		SM-SC
1,00		10,40	M-3	Arcilla inorgánica de color marrón oscuro, de mediana plasticidad, húmeda, con arena fina, de consistencia firme.		CL
2,80						

Observaciones:



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 35213  
JEFE DE LABORATORIO

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN**

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**

**COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20**

lemunsm2010@gmail.com

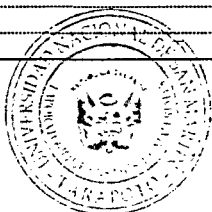
**TARAPOTO - PERU**

## REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Ríos.				
PROGRESIVA (Km)		PROF.(m)	2.80	LOCALIZACION	PROV. San Martín      DIST    La Banda de Shilcayo.
CALICATA	C-9	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)	2.80	FECHA	oct-13		

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm3)	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0.00		3.40	M-1	Arcilla inorgánica de color marrón oscuro, de mediana plasticidad, húmeda, con arena fina, de consistencia firme.		CL
0.40		10.40	M-2	Arena limosa, fina a media, de compactacion suave, poco húmeda, fracción fina de plasticidad baja, color beige oscuro.		SM
2.80						

Observaciones:



~~LABORATORIO DE ENCHUFOS DE MATERIALES~~  
UNSM TBAFOTO

JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 22215  
JEFE DE LABORATORIO

## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

**COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20**

lemunsm2010@gmail.com

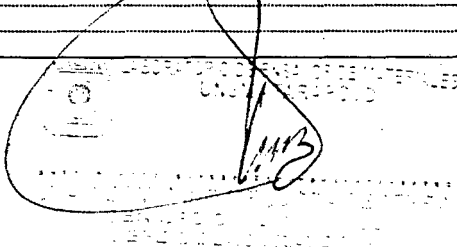
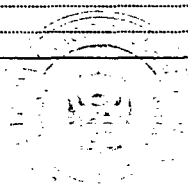
**TARAPOTO - PERU**

## REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Rios.				
PROGRESIVA (Km)		PROF. (m)	2,50	LOCALIZACION	PROV. San Martin
CALICATA	C-10	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	La Banda de Shilcayo.
N.F. (m)		FECHA	oct-13		

[illegible]

Observaciones:





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

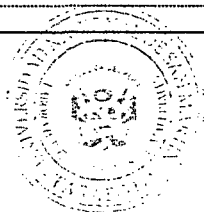
TARAPOTO - PERU

### REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Ríos.				
PROGRESIVA (Km)		PROF. (m)	2,80	LOCALIZACION	PROV. San Martín      DIST. La Banda de Shilcayo.
CALICATA	C-11	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)	2,80	FECHA	oct-13.		

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0,00	7,70	7,70	SM	Arena limosa fina a media, compacta, poco húmeda, fracción fina de plasticidad baja, color marrón.		SM
0,20			M-1			SC
2,80				Arena fina a media, arcillosa compacta fracción fina de color marrón claro, de mediana plasticidad, poco húmeda.		

Observaciones:



UNSM TARAPOTO  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
JUNIO 2014



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

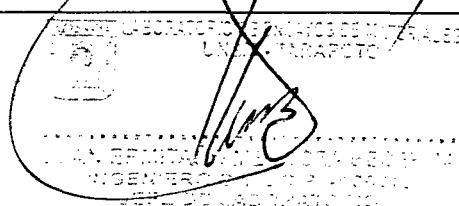
TARAPOTO - PERU

### REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO				
DESCRIPCION	Suelo natural de excavación.				
SOLICITANTE	Rodolfo Armando Villalobos Ríos.				
PROGRESIVA (Km)		PROF. (m)	2,80	LOCALIZACION	PROV. San Martín DIST La Banda de Shilcayo.
CALICATA	C-12	RESP. TEC.	C MENDOZA	CPM	Las Palmas
N.F. (m)	2,80	FECHA	oct-13		

Prof. (m)	DENSIDAD NATURAL (gr/cm3)	HUMEDAD NATURAL (%)	MUESTRA	DESCRIPCION DEL ESTRATO	SIMBOLO	SUCS
0,00		10,30	M-1	Arcilla inorgánica de color marrón oscuro, de mediana plasticidad, húmeda, con arena fina, de consistencia firme.		CL
0,60		7,30	M-2	Arena limosa, fina a media, de compactacion suave, poco húmeda, fracción fina no plástica, color beige oscuro.		SM
2,80						

Observaciones:



# **ANEXO N° 03: ENSAYOS DE CORTE DIRECTO**

# **CORTE DIRECTO DE LA CALICATA Nº 01**





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

Proyecto : ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
Ubicación : Las Palmas - Banda de Shilcayo.  
Fecha : 22/10/2013  
Descripción : Arcilla muy plástica.  
Estado del suelo : Inalterado

Sondaje : C-1  
Muestra : M-2

Prof.(m.) 1,50  
Estado : Inalterado

Velocidad : 0.3 mm/min  
Clasificación SUCS: CL

#### ESPECIMEN 1

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,75 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 12,24 %  
Esf. Normal : 0,45 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,33 kg/cm<sup>2</sup>

#### ESPECIMEN 2

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,74 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 12,61 %  
Esf. Normal : 0,90 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,51 kg/cm<sup>2</sup>

#### ESPECIMEN 3

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,74 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 12,39 %  
Esf. Normal : 1,80 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,89 kg/cm<sup>2</sup>

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0,00	0,000	0,000
0,25	0,109	0,306
0,50	0,120	0,337
0,75	0,225	0,627
1,00	0,257	0,714
1,25	0,278	0,769
1,50	0,285	0,784
1,75	0,289	0,792
2,00	0,290	0,792
2,25	0,294	0,800
2,50	0,299	0,808
2,75	0,300	0,808
3,00	0,307	0,824
3,25	0,311	0,831
3,50	0,313	0,831
3,75	0,317	0,839
4,00	0,318	0,839
4,25	0,320	0,839
4,50	0,321	0,839
4,75	0,323	0,839
4,99	0,324	0,839
5,25	0,326	0,839
5,50	0,327	0,839
6,00	0,330	0,839

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0,00	0,000	0,000
0,28	0,187	0,263
0,50	0,280	0,392
0,75	0,354	0,494
1,00	0,458	0,635
1,25	0,477	0,659
1,50	0,479	0,659
1,75	0,481	0,659
2,00	0,483	0,659
2,25	0,485	0,659
2,50	0,487	0,659
2,75	0,489	0,659
3,00	0,491	0,659
3,25	0,493	0,659
3,50	0,496	0,659
3,75	0,498	0,659
4,00	0,500	0,659
4,25	0,502	0,659
4,50	0,505	0,659
4,74	0,507	0,659
5,00	0,509	0,659
5,25	0,511	0,659
5,50	0,514	0,659
6,00	0,519	0,659

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0,00	0,000	0,000
0,36	0,347	0,243
0,57	0,482	0,337
0,85	0,572	0,398
1,06	0,622	0,431
1,25	0,658	0,455
1,50	0,692	0,476
1,75	0,715	0,490
2,00	0,736	0,502
2,25	0,756	0,514
2,50	0,771	0,522
2,75	0,786	0,529
3,00	0,801	0,537
3,25	0,814	0,543
3,50	0,817	0,543
3,75	0,830	0,549
4,00	0,839	0,553
4,25	0,852	0,559
4,50	0,862	0,563
4,75	0,869	0,565
5,00	0,882	0,571
5,25	0,886	0,571
5,51	0,893	0,573
6,00	0,904	0,575

OBSERVACIONES:

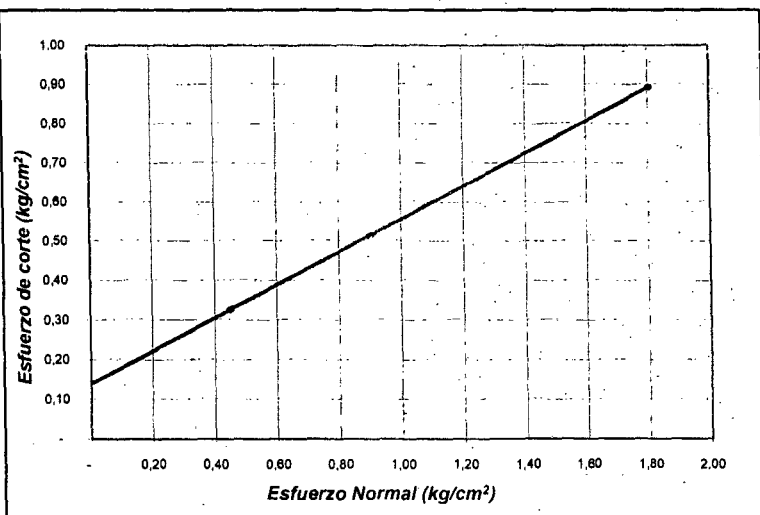
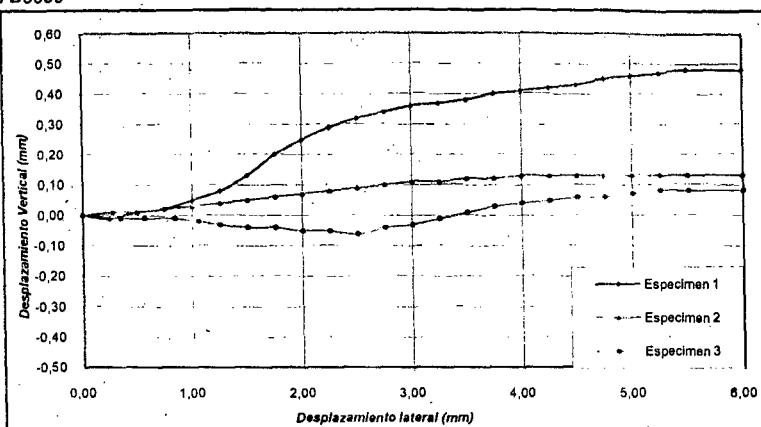
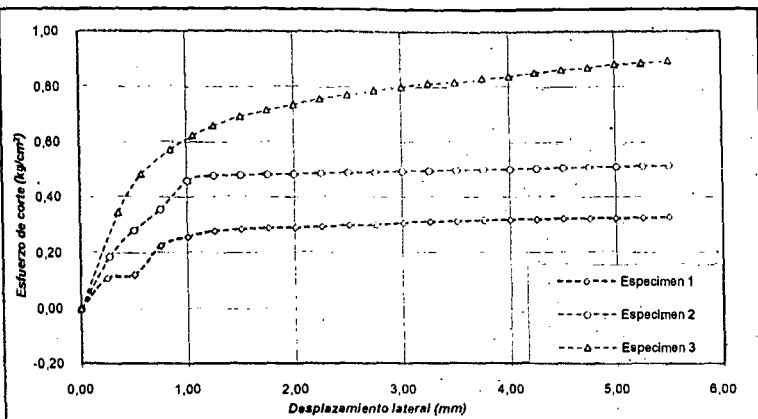


LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP Nº 36210  
JEFE DE LABORATORIO

### **ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL**

**ASTM D3080**



**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM D3080**

**PROYECTO : ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO**

**UBICACIÓN :** Las Palmas - Banda de Shilcayo.

FECHA : 22/10/2013

**Sondaje : C-1**

*Profundidad : 1,50*

**Muestra : M-2**

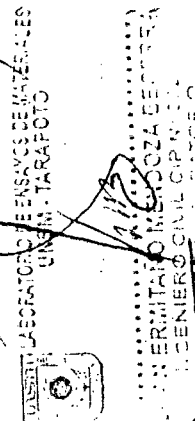
**Estado : Inalterado**

Nº ANILLO	1	2	3
Esfuerzo Normal	0,45	0,90	1,80
Esfuerzo de corte	0,33	0,51	0,89

**Resultados:**

Cohesión (c):	0,14 kg/cm <sup>2</sup>
---------------	-------------------------

**Ang. Fricción (f):** 23 °



# **CORTE DIRECTO DE LA CALICATA Nº 02**



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

Proyecto : ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
Ubicación : Las Palmas - Banda de Shilcayo.  
Fecha : 22/10/2013  
Descripción : Arcilla muy plástica.  
Estado del suelo : Inalterado

Sondaje : C-2  
Muestra : M-2

Prof.(m.) 1,50  
Estado : Inalterado

Velocidad : 0.3 mm/min  
Clasificación SUCS: CH

### ESPECIMEN 1

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,49 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 21,17 %  
Esf. Normal : 0,45 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,36 kg/cm<sup>2</sup>

### ESPECIMEN 2

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,48 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 21,39 %  
Esf. Normal : 0,90 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,45 kg/cm<sup>2</sup>

### ESPECIMEN 3

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,49 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 21,03 %  
Esf. Normal : 1,80 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,62 kg/cm<sup>2</sup>

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/a)
0,00	0,000	0,000
0,25	0,131	0,369
0,50	0,213	0,596
0,75	0,270	0,753
1,00	0,316	0,878
1,25	0,332	0,918
1,50	0,333	0,918
1,75	0,335	0,918
2,00	0,336	0,918
2,25	0,338	0,918
2,50	0,339	0,918
2,75	0,341	0,918
3,00	0,342	0,918
3,25	0,344	0,918
3,50	0,345	0,918
3,75	0,347	0,918
4,00	0,348	0,918
4,25	0,350	0,918
4,50	0,351	0,918
4,75	0,353	0,918
4,99	0,354	0,918
5,25	0,356	0,918
5,50	0,358	0,918
6,00	0,361	0,918

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/a)
0,00	0,000	0,000
0,28	0,193	0,271
0,50	0,280	0,392
0,75	0,340	0,475
1,00	0,381	0,529
1,25	0,411	0,569
1,50	0,416	0,573
1,75	0,418	0,573
2,00	0,420	0,573
2,25	0,421	0,573
2,50	0,423	0,573
2,75	0,425	0,573
3,00	0,427	0,573
3,25	0,429	0,573
3,50	0,431	0,573
3,75	0,433	0,573
4,00	0,435	0,573
4,25	0,436	0,573
4,50	0,438	0,573
4,74	0,440	0,573
5,00	0,442	0,573
5,25	0,444	0,573
5,50	0,446	0,573
6,00	0,451	0,573

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/a)
0,00	0,000	0,000
0,36	0,341	0,239
0,57	0,435	0,304
0,85	0,493	0,343
1,06	0,529	0,367
1,25	0,559	0,386
1,50	0,567	0,390
1,75	0,581	0,398
2,00	0,586	0,400
2,25	0,589	0,400
2,50	0,591	0,400
2,75	0,594	0,400
3,00	0,596	0,400
3,25	0,599	0,400
3,50	0,602	0,400
3,75	0,604	0,400
4,00	0,607	0,400
4,25	0,610	0,400
4,50	0,613	0,400
4,75	0,615	0,400
5,00	0,618	0,400
5,25	0,621	0,400
5,51	0,624	0,400
6,00	0,630	0,400

OBSERVACIONES:



UNSM - TARAPOTO

JUAN ERMITANO MENDOZA BOCERRA  
INGENIERO CIVIL CIPN 16210  
JEFE DE LABORATORIO



# **CORTE DIRECTO DE LA CALICATA N° 03**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lensm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

Proyecto : ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYC  
Ubicación : Las Palmas - Banda de Shilcayo.  
Fecha : 22/10/2013  
Descripción : Arcilla de mediana plasticidad.  
Estado del suelo : Inalterado

Sondaje : C-3  
Muestra : M-2

Prof.(m.) 1,50  
Estado : INALTERADO

Velocidad : 0.5 mm/min  
Clasificación SUCS: CL

### ESPECIMEN 1

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,59 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 18,42 %  
Esf. Normal : 0,45 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,35 kg/cm<sup>2</sup>

### ESPECIMEN 2

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,59 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 18,38 %  
Esf. Normal : 0,90 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,49 kg/cm<sup>2</sup>

### ESPECIMEN 3

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,59 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 18,32 %  
Esf. Normal : 1,80 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,78 kg/cm<sup>2</sup>

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0,00	0,000	0,000
0,25	0,064	0,180
0,50	0,137	0,384
0,75	0,200	0,557
1,00	0,232	0,643
1,25	0,275	0,761
1,50	0,311	0,855
1,75	0,318	0,871
2,00	0,319	0,871
2,25	0,320	0,871
2,50	0,325	0,878
2,75	0,329	0,886
3,00	0,330	0,886
3,25	0,332	0,886
3,50	0,333	0,886
3,75	0,335	0,886
4,00	0,336	0,886
4,25	0,338	0,886
4,50	0,339	0,886
4,75	0,341	0,886
4,99	0,342	0,886
5,25	0,344	0,886
5,50	0,346	0,886
6,00	0,349	0,886

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0,00	0,000	0,000
0,28	0,106	0,149
0,50	0,179	0,251
0,75	0,253	0,353
1,00	0,305	0,424
1,25	0,352	0,486
1,50	0,370	0,510
1,75	0,389	0,533
2,00	0,414	0,565
2,25	0,427	0,580
2,50	0,443	0,600
2,75	0,454	0,612
3,00	0,462	0,620
3,25	0,464	0,620
3,50	0,469	0,624
3,75	0,471	0,624
4,00	0,473	0,624
4,25	0,475	0,624
4,50	0,477	0,624
4,74	0,480	0,624
5,00	0,482	0,624
5,25	0,484	0,624
5,50	0,486	0,624
6,00	0,491	0,624

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0,00	0,000	0,000
0,36	0,201	0,141
0,57	0,337	0,235
0,85	0,423	0,294
1,06	0,486	0,337
1,25	0,522	0,361
1,50	0,564	0,388
1,75	0,615	0,422
2,00	0,626	0,427
2,25	0,646	0,439
2,50	0,667	0,451
2,75	0,675	0,455
3,00	0,690	0,463
3,25	0,708	0,473
3,50	0,723	0,480
3,75	0,729	0,482
4,00	0,744	0,490
4,25	0,750	0,492
4,50	0,763	0,498
4,75	0,766	0,498
5,00	0,770	0,498
5,25	0,773	0,498
5,51	0,777	0,498
6,00	0,784	0,498

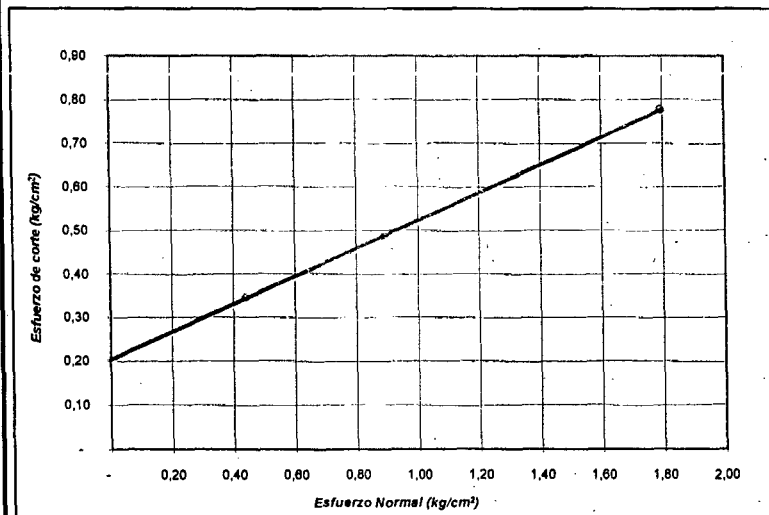
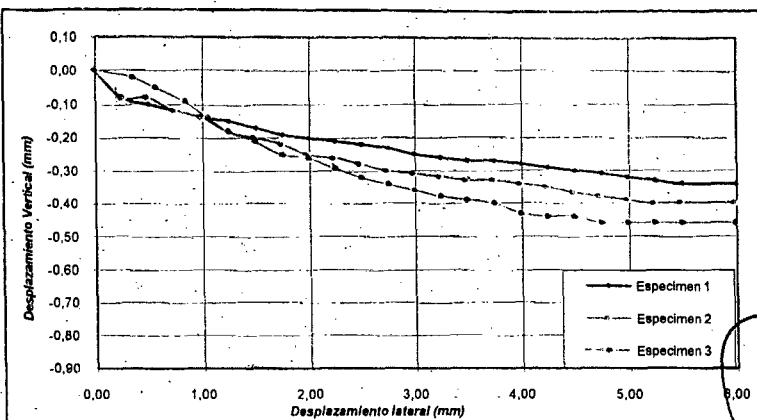
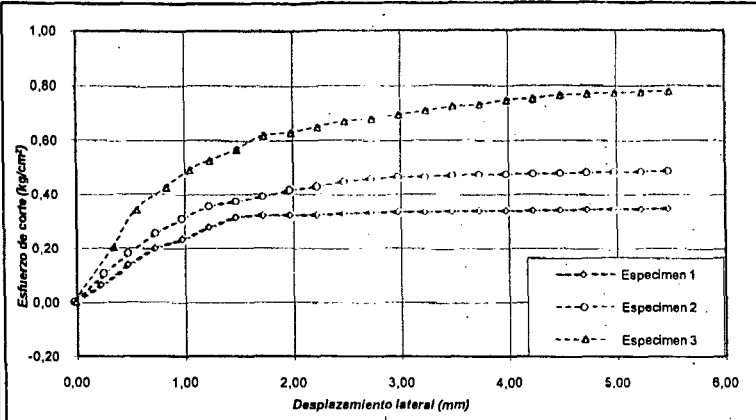
OBSERVACIONES:



JUAN ERMITAÑO MENDOZA BECERRA  
INGENIERO CIVIL CIP N° 36215  
JEFE DE LABORATORIO

# **ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL**

ASTM D3080



## **ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080**

**PROYECTO :** ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

**UBICACIÓN :** Las Palmas - Banda de Shilcayo.

**FECHA :** 22/10/2013

**Sondaje :** C-3

**Profundidad :** 1,50

**Muestra :** M-2

**Estado :** INALTERADO

Nº ANILLO	1	2	3
Esfuerzo Normal	0,45	0,90	1,80
Esfuerzo de corte	0,35	0,49	0,78

### **Resultados:**

**Cohesión (c):** 0,20 kg/cm<sup>2</sup>  
**Ang. Fricción (f):** 18 °

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD TARIAPATA





**CORTE DIRECTO DE LA  
CALICATA N° 07**



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

**Proyecto :** ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
**Ubicación :** Las Palmas - Banda de Shilcayo.  
**Fecha :** 22/10/2013  
**Descripción:** Arcilla plástica.  
**Estado del suelo:** Inalterado

**Sondaje :** C-7  
**Muestra :** M-1

**Prof.(m.)** 1,50  
**Estado :** Inalterado

**Velocidad :** 0,3 mm/min  
**Clasificación SUCS:** CL

### ESPECIMEN 1

**Altura:** 20,00 mm  
**Lado :** 60,00 mm  
**D. Seca:** 1,55 gr/cm<sup>3</sup>  
**Humedad:** 8,71 %  
**Esf. Normal :** 0,56 kg/cm<sup>2</sup>  
**Esf. Corte:** 0,35 kg/cm<sup>2</sup>

### ESPECIMEN 2

**Altura:** 20,00 mm  
**Lado :** 60,00 mm  
**D. Seca:** 1,55 gr/cm<sup>3</sup>  
**Humedad:** 8,73 %  
**Esf. Normal :** 1,11 kg/cm<sup>2</sup>  
**Esf. Corté:** 0,56 kg/cm<sup>2</sup>

### ESPECIMEN 3

**Altura:** 20,00 mm  
**Lado :** 60,00 mm  
**D. Seca:** 1,55 gr/cm<sup>3</sup>  
**Humedad:** 8,70 %  
**Esf. Normal :** 1,67 kg/cm<sup>2</sup>  
**Esf. Corte:** 0,78 kg/cm<sup>2</sup>

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (da)
0,00	0,000	0,000
0,31	0,017	0,030
0,63	0,042	0,075
0,85	0,076	0,135
1,02	0,102	0,180
1,25	0,125	0,220
1,50	0,145	0,255
1,75	0,166	0,290
2,00	0,187	0,325
2,25	0,211	0,365
2,50	0,229	0,395
2,75	0,242	0,415
3,00	0,254	0,435
3,25	0,267	0,455
3,50	0,286	0,485
3,75	0,302	0,510
4,00	0,307	0,515
4,29	0,320	0,535
4,50	0,327	0,545
4,75	0,332	0,550
5,00	0,336	0,555
5,25	0,347	0,570
5,51	0,352	0,575

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (da)
0,00	0,000	0,000
0,25	0,126	0,113
0,50	0,190	0,170
0,75	0,239	0,213
1,00	0,274	0,243
1,25	0,306	0,270
1,50	0,339	0,298
1,75	0,361	0,315
2,00	0,382	0,333
2,25	0,407	0,353
2,50	0,426	0,368
2,75	0,440	0,378
3,00	0,453	0,388
3,26	0,467	0,398
3,50	0,487	0,413
3,75	0,504	0,425
4,00	0,509	0,428
4,25	0,523	0,438
4,50	0,532	0,443
4,75	0,537	0,445
5,00	0,542	0,448
5,25	0,554	0,455
5,50	0,560	0,458

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (da)
0,00	0,000	0,000
0,25	0,293	0,175
0,50	0,375	0,223
0,75	0,428	0,253
1,00	0,475	0,280
1,25	0,508	0,298
1,51	0,541	0,317
1,75	0,564	0,328
2,00	0,586	0,340
2,25	0,612	0,353
2,51	0,632	0,363
2,75	0,646	0,370
3,00	0,661	0,377
3,25	0,675	0,383
3,50	0,696	0,393
3,73	0,714	0,402
4,00	0,720	0,403
4,25	0,735	0,410
4,50	0,745	0,413
4,75	0,751	0,415
5,01	0,758	0,417
5,28	0,771	0,422
5,54	0,777	0,423



TECNICO  
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
TARAPOTO - PERU



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

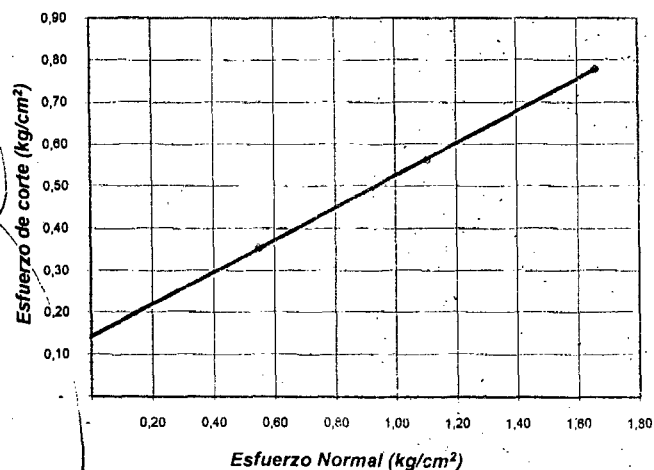
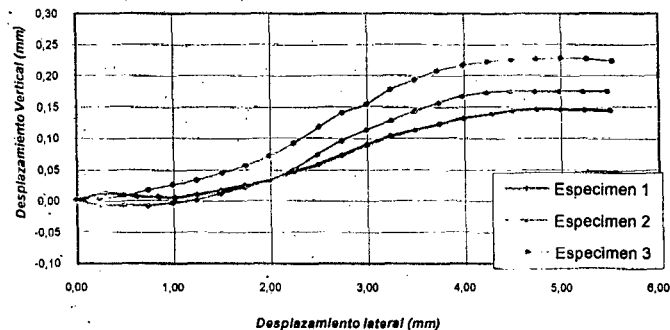
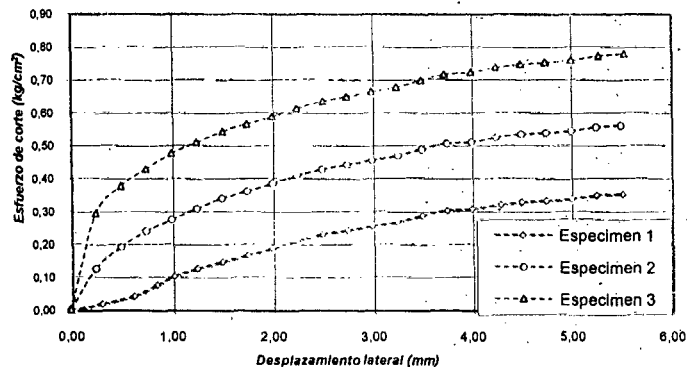
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm@gmail.com

TARAPOTO - PERU

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D3080



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

**PROYECTO:** ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS  
SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS,  
DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

**UBICACIÓN:** Las Palmas - Banda de Shilcayo.

**FECHA:** oct-13

**Sondaje:** C-7

**Profundidad:** 1,50

**Muestra:** M-1

**Estado:** Inalterado

Nº ANILLO	1	2	3
Esfuerzo Normal	0,56	1,11	1,67
Esfuerzo de corte	0,35	0,56	0,78

### Resultados:

**Cohesión (c):** 0,14 kg/cm<sup>2</sup>  
**Ang. Fricción (φ):** 21 °

**CORTE DIRECTO DE LA  
CALICATA N° 08**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

legunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

**Proyecto :** ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCA Y  
**Ubicación :** Las Palmas - Banda de Shilcayo.  
**Fecha :** 22/10/2013  
**Descripción:** Arcilla de plasticidad baja.  
**Estado del suelo:** Inalterado

**Sondaje :** C-8  
**Muestra :** M-3

**Prof.(m.)** 1,50  
**Estado :** Inalterado

**Velocidad :** 0.3 mm/min  
**Clasificación SUCS:** CL

**Altura:** 20,00 mm  
**Lado :** 60,00 mm  
**D. Seca:** 1,58 gr/cm<sup>3</sup>  
**Humedad:** 21,34 %  
**Esf. Normal :** 0,45 kg/cm<sup>2</sup>  
**Esf. Corte:** 0,34 kg/cm<sup>2</sup>

**Altura:** 20,00 mm  
**Lado :** 60,00 mm  
**D. Seca:** 1,58 gr/cm<sup>3</sup>  
**Humedad:** 21,65 %  
**Esf. Normal :** 0,90 kg/cm<sup>2</sup>  
**Esf. Corte:** 0,50 kg/cm<sup>2</sup>

**Altura:** 20,00 mm  
**Lado :** 60,00 mm  
**D. Seca:** 1,58 gr/cm<sup>3</sup>  
**Humedad:** 21,48 %  
**Esf. Normal :** 1,80 kg/cm<sup>2</sup>  
**Esf. Corte:** 0,80 kg/cm<sup>2</sup>

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/c)
0,00	0,000	0,000
0,25	0,045	0,125
0,50	0,050	0,141
0,75	0,113	0,314
1,00	0,144	0,400
1,25	0,230	0,635
1,50	0,285	0,784
1,75	0,292	0,800
2,00	0,293	0,800
2,25	0,300	0,816
2,50	0,307	0,831
2,75	0,309	0,831
3,00	0,313	0,839
3,25	0,320	0,855
3,50	0,322	0,855
3,75	0,326	0,863
4,00	0,330	0,871
4,25	0,335	0,878
4,50	0,336	0,878
4,75	0,338	0,878
4,99	0,339	0,878
5,25	0,341	0,878
5,50	0,343	0,878
6,00	0,345	0,878

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/c)
0,00	0,000	0,000
0,28	0,039	0,055
0,50	0,050	0,071
0,75	0,141	0,196
1,00	0,218	0,302
1,25	0,278	0,384
1,50	0,353	0,486
1,75	0,401	0,549
2,00	0,425	0,580
2,25	0,439	0,596
2,50	0,455	0,616
2,75	0,466	0,627
3,00	0,474	0,635
3,25	0,476	0,635
3,50	0,481	0,639
3,75	0,483	0,639
4,00	0,485	0,639
4,25	0,487	0,639
4,50	0,489	0,639
4,74	0,492	0,639
5,00	0,494	0,639
5,25	0,495	0,639
5,50	0,498	0,639
6,00	0,503	0,639

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (τ/c)
0,00	0,000	0,000
0,36	0,045	0,031
0,57	0,053	0,037
0,85	0,172	0,120
1,06	0,269	0,186
1,25	0,338	0,233
1,50	0,390	0,269
1,75	0,455	0,312
2,00	0,500	0,341
2,25	0,545	0,371
2,50	0,586	0,396
2,75	0,623	0,420
3,00	0,646	0,433
3,25	0,681	0,455
3,50	0,699	0,465
3,75	0,720	0,476
4,00	0,744	0,490
4,25	0,756	0,496
4,50	0,763	0,498
4,75	0,784	0,510
5,00	0,791	0,512
5,25	0,798	0,514
5,51	0,804	0,516
6,00	0,812	0,516

OBSERVACIONES:



JUAN ERMITAÑO MENDOZA BUCERRA  
INGENIERO CIVIL CIP 110113  
JEFE DE LABORATORIO



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

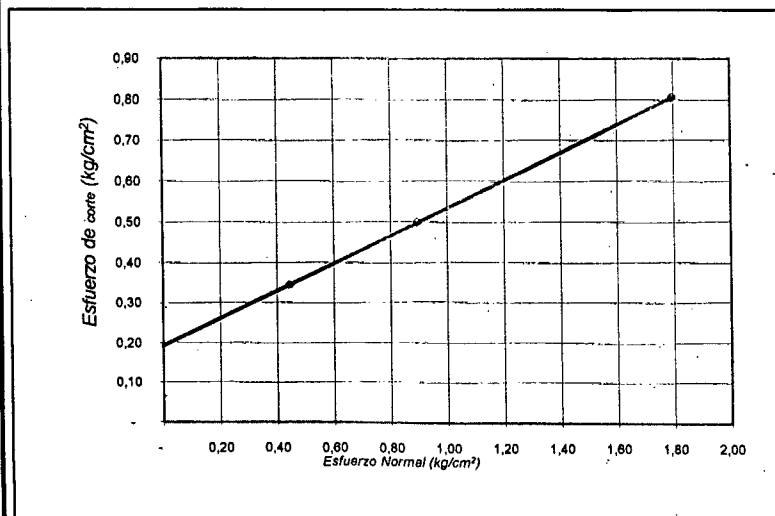
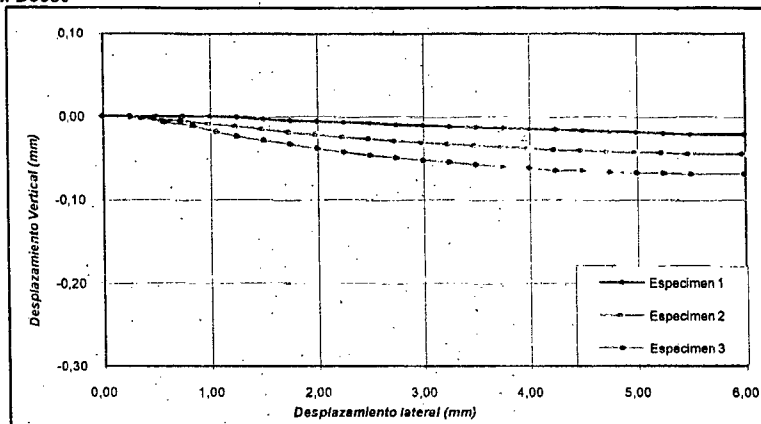
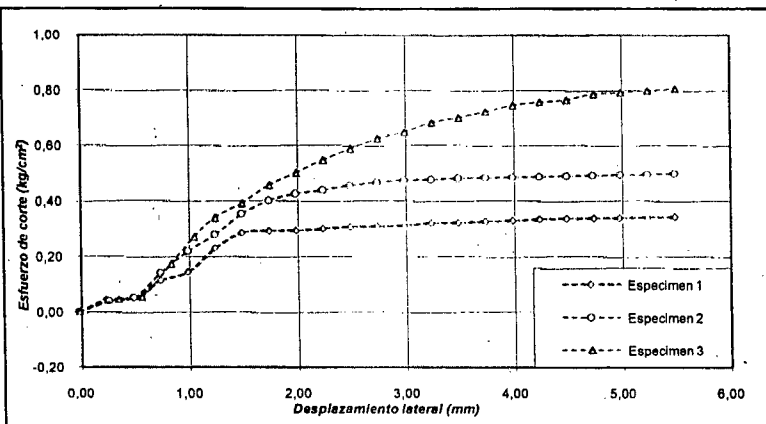
COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D3080



## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

**PROYECTO :** ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS; DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

**UBICACIÓN :**

**FECHA :** Las Palmas - Banda de Shilcayo.

**Sondaje :** C-8

**Profundidad :** 1,50

**Muestra :** M-3

**Estado :** Inalterado

Nº ANILLO	1	2	3
Esfuerzo Normal	0,45	0,90	1,80
Esfuerzo de corte	0,34	0,50	0,80

### Resultados:

Cohesión (c):	0,19 kg/cm <sup>2</sup>
Ang. Fricción (φ):	19 °

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
UNSM - TARAPOTO



JUAN SANCHEZ GARCIA  
INGENIERO CIVIL EN 2015  
JEFE DE LABORATORIO



# **CORTE DIRECTO DE LA CALICATA Nº 10**



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

COMPLEJO UNIVERSITARIO AV ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D3080

Proyecto : ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO  
Ubicación : Las Palmas - Banda de Shilcayo.  
Fecha : 22/10/2013  
Descripción : Arcilla de mediana plasticidad.  
Estado del suelo: Inalterado

Sondaje : C-10

Muestra : M-1

Prof.(m.) 1,50

Estado : Inalterado

Velocidad : 0.3 mm/min

Clasificación SÚCS: CL

#### ESPECIMEN 1

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,43 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 29,85 %  
Esf. Normal : 0,45 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,37 kg/cm<sup>2</sup>

#### ESPECIMEN 2

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,44 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 29,42 %  
Esf. Normal : 0,90 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,49 kg/cm<sup>2</sup>

#### ESPECIMEN 3

Altura: 20,00 mm  
Lado : 60,00 mm  
D. Seca: 1,44 gr/cm<sup>3</sup>  
Humedad: 29,29 %  
Esf. Normal : 1,80 kg/cm<sup>2</sup>  
Esf. Corte: 0,72 kg/cm<sup>2</sup>

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0,00	0,000	0,000
0,25	0,173	0,486
0,50	0,182	0,510
0,75	0,188	0,525
1,00	0,195	0,541
1,25	0,207	0,573
1,50	0,217	0,596
1,75	0,229	0,627
2,00	0,236	0,643
2,25	0,245	0,667
2,50	0,252	0,682
2,75	0,259	0,698
3,00	0,278	0,745
3,25	0,291	0,776
3,50	0,310	0,824
3,75	0,323	0,855
4,00	0,336	0,886
4,25	0,341	0,894
4,50	0,348	0,910
4,75	0,356	0,925
4,99	0,364	0,941
5,25	0,368	0,949
5,50	0,370	0,949
6,00	0,373	0,949

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0,00	0,000	0,000
0,28	0,285	0,400
0,50	0,297	0,416
0,75	0,301	0,420
1,00	0,305	0,424
1,25	0,309	0,427
1,50	0,313	0,431
1,75	0,323	0,443
2,00	0,330	0,451
2,25	0,335	0,455
2,50	0,345	0,467
2,75	0,355	0,478
3,00	0,360	0,482
3,25	0,364	0,486
3,50	0,378	0,502
3,75	0,403	0,533
4,00	0,411	0,541
4,25	0,416	0,545
4,50	0,435	0,569
4,74	0,443	0,576
5,00	0,448	0,580
5,25	0,472	0,608
5,50	0,486	0,624
6,00	0,491	0,624

Desp. lateral (mm)	Esfuerzo de Corte (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0,00	0,000	0,000
0,36	0,509	0,357
0,57	0,522	0,365
0,85	0,533	0,371
1,06	0,543	0,376
1,25	0,548	0,378
1,50	0,553	0,380
1,75	0,559	0,383
2,00	0,569	0,398
2,25	0,586	0,398
2,50	0,591	0,400
2,75	0,600	0,404
3,00	0,596	0,400
3,25	0,633	0,423
3,50	0,637	0,424
3,75	0,643	0,425
4,00	0,649	0,427
4,25	0,667	0,437
4,50	0,673	0,439
4,75	0,679	0,441
5,00	0,691	0,447
5,25	0,700	0,451
5,51	0,723	0,464
6,00	0,730	0,464

OBSERVACIONES:



Handwritten signature and date 11/10/13





# UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

## LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

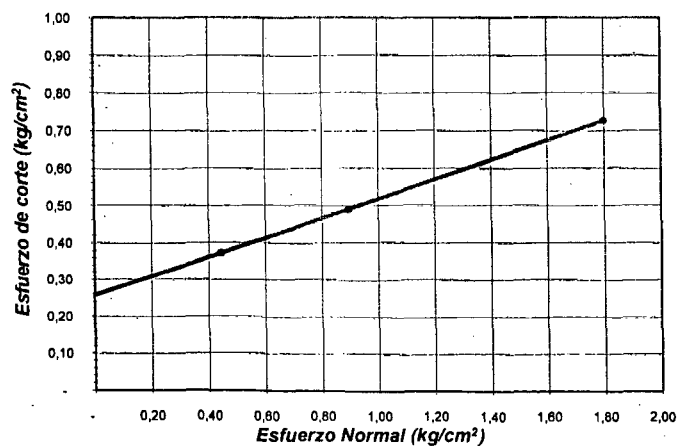
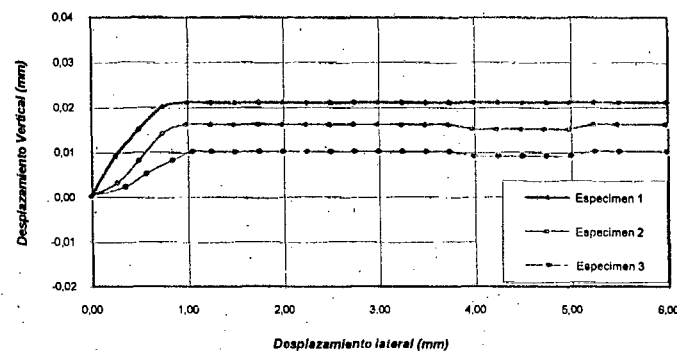
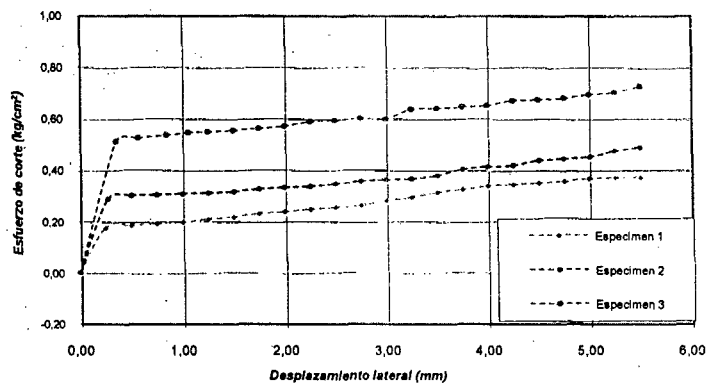
COMPLEJO UNIVERSITARIO AV ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO RESIDUAL

ASTM D3080



### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

PROYECTO: ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO

UBICACIÓN: Las Palmas - Banda de Shilcayo.

FECHA: 22/10/2013

Sondaje: C-10

Profundidad: 1,50

Muestra: M-1

Estado: INALTERADO

Nº ANILLO	1	2	3
Esfuerzo Normal	0,45	0,90	1,80
Esfuerzo de corte	0,37	0,49	0,72

#### Resultados:

Cohesión (c):	0,25 kg/cm <sup>2</sup>
Ang. Fricción (φ):	15 °

**ANEXO N° 04: DENSIDADES DE  
LAS CALICATAS N°04, N°05,  
N°06, N°09, N°11, N°12.**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN****LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES****COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20**lemunsm2010@gmail.com  
TARAPOTO - PERU**PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO  
METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D 1557****PROYECTO :** ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO**UBICACIÓN :** PROV San Martín DIST Banda de Shilcayo.**DESCRIPCION :****SOLICITANTE :** Tesista Rodolfo Armando Villalobos Rios**FECHA**

12-oct-13

Identificación	C-4	C-5	C-6	C-9
Prueba				
Prof. (m.)	1,20-1,90	0,40-3,00	0,30-1,60	0,40-2,80

**DENSIDAD HUMEDA**

1.-	Peso de frasco+arena	(gr.)	6.846,00	6.796,00	6.876,00	6.880,00
2.-	Peso de frasco+arena sobrante	(gr.)	2.305,00	1.923,00	2.671,00	2.594,00
3.-	Peso de arena en cono	(gr.)	1.374,00	1.374,00	1.374,00	1.374,00
4.-	Peso de arena en excavacion	(gr.)	3.167,00	3.499,00	2.831,00	2.912,00
5.-	Densidad de arena	(gr/cc.)	1,421	1,421	1,421	1,421
6.-	Volumen de excavacion	(cc.)	2.229,00	2.462,00	1.992,00	2.049,00
7.-	Altura de excavacion	(m.)	0,15	0,15	0,15	0,15
8.-	Peso retenido tamiz 3/4"	(gr.)	-	-	-	-
9.-	Peso material humedo	(gr.)	3.789,00	3.905,00	3.157,00	3.364,00
10.-	Peso especifico de grava	(gr/cc.)	-	-	-	-
11.-	Volumen de grava (8)/(10)	(cc.)	-	-	-	-
12.-	Peso de material tamiz 3/4" (9)-(8)	(gr.)	-	-	-	-
13.-	Volumen de material tamiz 3/4" (6)-(11)	(cc.)	-	-	-	-
15.-	Densidad humeda (12)/(13)	(gr/cc.)	1.700	1.586	1.585	1.642

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

16.-	Numero de tara		54	60	75	36
17.-	Peso de tara+suelo humedo	(gr.)	350,10	300,50	320,40	330,50
18.-	Peso de tara+suelo seco	(gr.)	306,10	285,10	304,40	299,30
19.-	Peso de agua	(gr.)	44,00	15,40	16,00	31,20
20.-	Peso de tara	(gr.)	0,00	0,00	0,00	0,00
21.-	Peso de suelo seco	(gr.)	306,10	285,10	304,40	299,30
22.-	Humedad	(%)	14,37	5,40	5,26	10,42

**GRADO DE COMPACTACION**

23.-	Densidad seca de campo	(gr/cc.)	1.486	1.505	1.506	1.487
24.-	Densidad máxima de laboratorio	(gr/cc.)				
25.-	Optimo contenido de humedad	(%)				
26.-	Grado de compactación	(%)				

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN****LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**

COMPLEJO UNIVERSITARIO JR ORELLANA CUADRA 05 TELEFONO 521363-521364 ANEXO 20

lemunsm2010@gmail.com

TARAPOTO - PERU

**PRUEBA DE DENSIDAD DE CAMPO  
METODO DEL CONO DE ARENA ASTM D 1557****PROYECTO** : ESTUDIO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE LOS SUELOS DEL CENTRO POBLADO DE LAS PALMAS, DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO**UBICACIÓN** : PROV San Martín DIST Banda de Shilcayo.**DESCRIPCION** :**SOLICITANTE** : Tesista Rodolfo Armando Villalobos Ríos**FECHA**

12-oct-13

Identificación	C-11	C-12		
Prueba				
Prof. (m.)	0,20-2,80	0,40-3,00		

**DENSIDAD HUMEDA**

1.-	Peso de frasco+arena	(gr.)	6.875,00	6.842,00		
2.-	Peso de frasco+arena sobrante	(gr.)	2.025,00	2.102,00		
3.-	Peso de arena en cono	(gr.)	1.374,00	1.374,00		
4.-	Peso de arena en excavacion	(gr.)	3.476,00	3.366,00		
5.-	Densidad de arena	(gr/cc.)	1,421	1,421		
6.-	Volumen de excavacion	(cc.)	2.446,00	2.369,00		
7.-	Altura de excavacion	(m.)	0,15	0,15		
8.-	Peso retenido tamiz 3/4"	(gr.)	-	-		
9.-	Peso material humedo	(gr.)	3.905,00	3.790,00		
10.-	Peso especifico de grava	(gr/cc.)	-	-		
11.-	Volumen de grava (8)/(10)	(cc.)	-	-		
12.-	Peso de material tamiz 3/4" (9)-(8)	(gr.)	-	-		
13.-	Volumen de material tamiz 3/4" (6)-(11)	(cc.)	-	-		
15.-	Densidad humeda (12)/(13)	(gr/cc.)	1.595	1.600		

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

16.-	Numero de tara		33	44		
17.-	Peso de tara+suelo humedo	(gr.)	340,20	351,30		
18.-	Peso de tara+suelo seco	(gr.)	315,80	327,50		
19.-	Peso de agua	(gr.)	24,40	23,80		
20.-	Peso de tara	(gr.)	0,00	0,00		
21.-	Peso de suelo seco	(gr.)	315,80	327,50		
22.-	Humedad	(%)	7,73	7,27		

**GRADO DE COMPACTACION**

23.-	Densidad seca de campo	(gr/cc.)	1.482	1.491		
24.-	Densidad máxima de laboratorio	(gr/cc.)				
25.-	Optimo contenido de humedad	(%)				
26.-	Grado de compactación	(%)				

## **ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRAFICO**



**Foto N° 01:** Se aprecia realizando la excavación para extraer las muestras para realizar los ensayos en el laboratorio.



**Foto N° 02:** Se aprecia realizando la extracción de la muestra inalterada para realizar el ensayo especial en el laboratorio.



**Foto N° 03:** Se aprecia la muestra inalterada extraída.



**Foto N° 04:** Se aprecia efectuando el sello con parafina a la muestra inalterada de la calicata N° 01.



**Foto N° 05:** Se aprecia realizando la excavación para extraer las muestras de la calicata N° 02

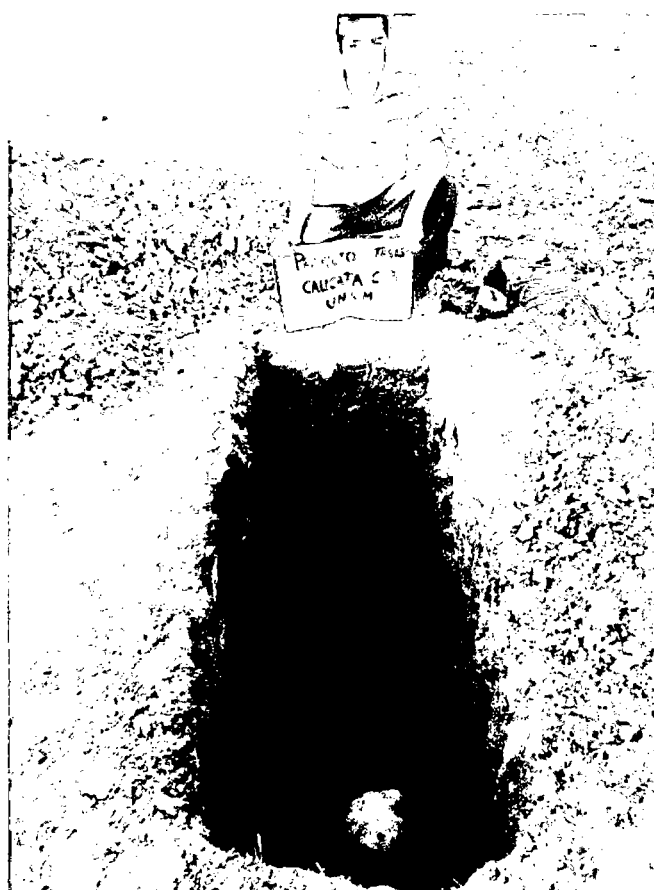


**Foto N° 06:** Se aprecia efectuando el sello con parafina a la muestra inalterada de la calicata N° 02





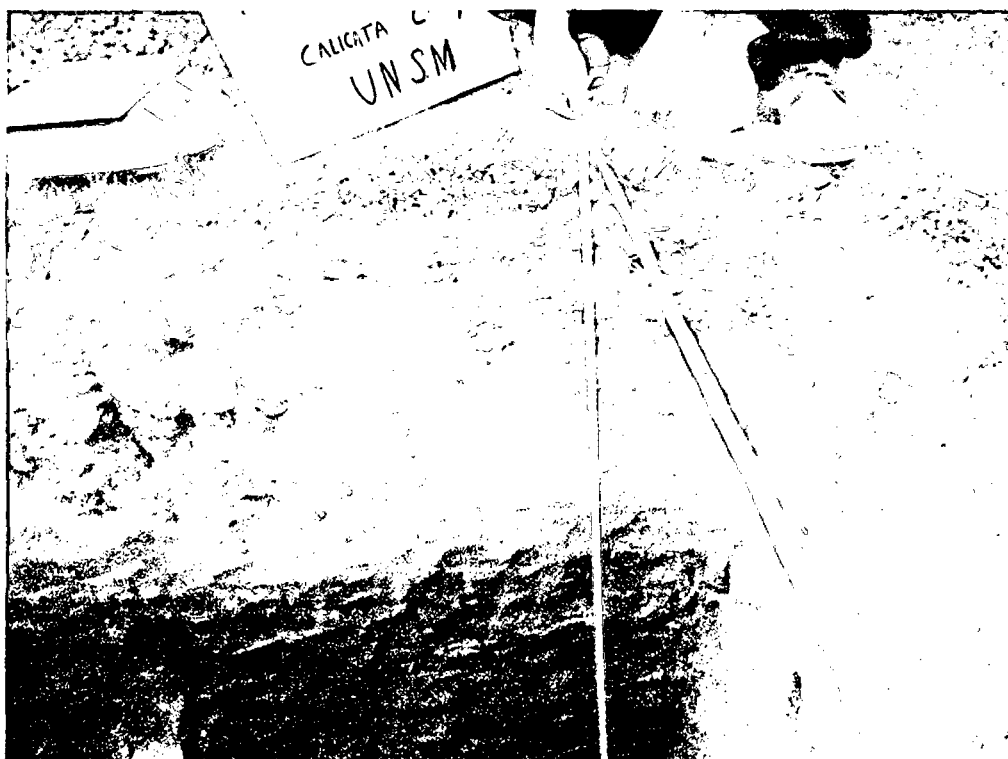
**Foto N° 07:** Se aprecia realizando el tapado de la calicata N° 02



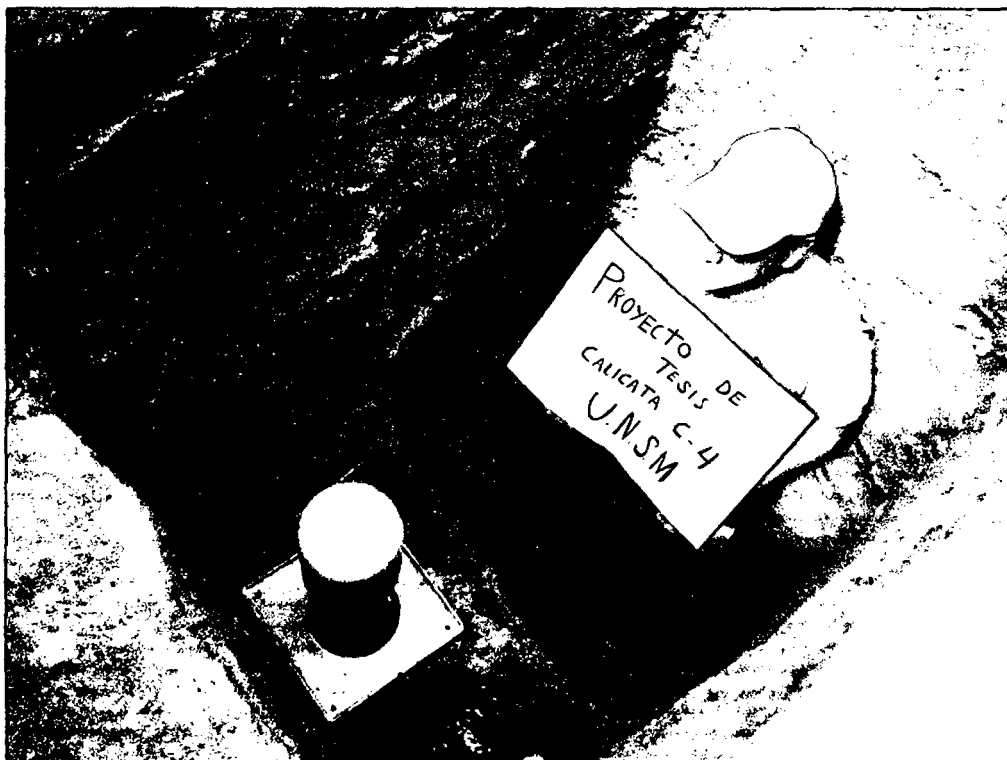
**Foto N° 08:** Se aprecia realizando la extracción de la muestra inalterada de la calicata N°3



**Foto N° 09:** Se aprecia tomando el peso del balón más la arena, en la calicata n° 4.



**Foto N° 10:** Se aprecia realizando la medición de la profundidad de la calicata N° 4



**Foto N° 11:** Se aprecia corriendo la arena del frasco al hueco excavado



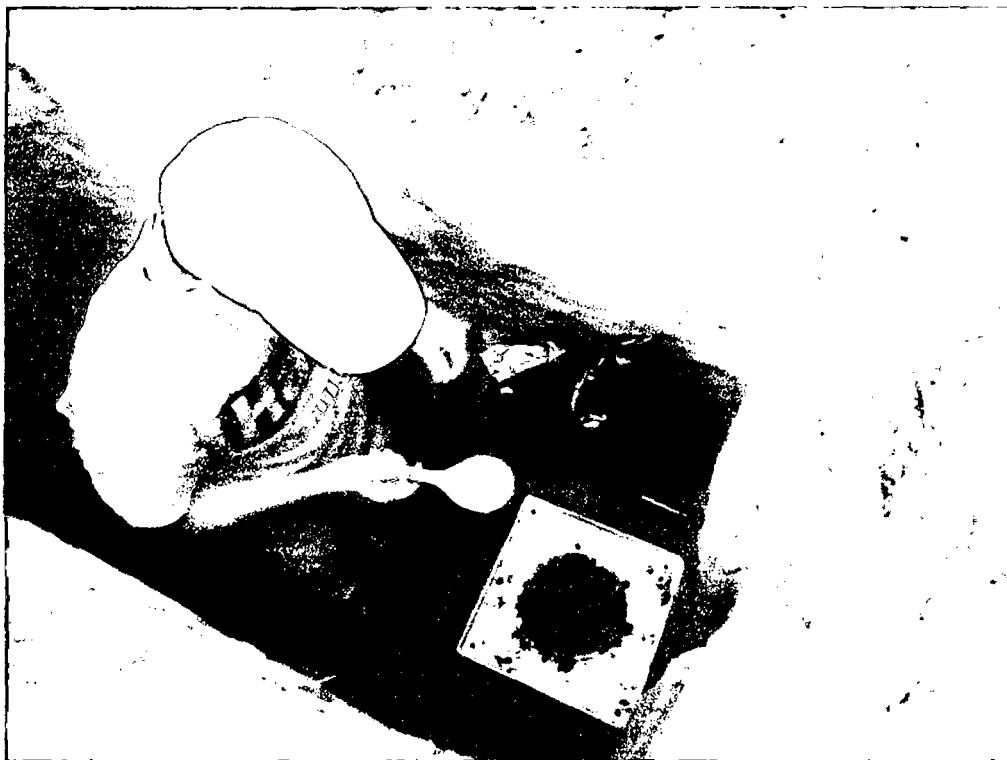
**Foto N° 12:** Se aprecia tomando el peso húmedo de la muestra de la calicata N°4



**Foto N° 13:** Se aprecia tomando el peso del balón más arena en la calicata N°5.



**Foto N° 14:** Se aprecia realizando la excavación para medir el volumen del hueco de la calicata N° 5



**Foto N° 15:** Se aprecia recuperando el suelo en la bolsa plástica para tomar su peso húmedo de la calicata N°5.



**Foto N° 16:** Se aprecia corriendo la arena del frasco hacia el hueco excavado de la calicata N°5.



Foto N° 17: Se aprecia tomando el peso del balón más arena.

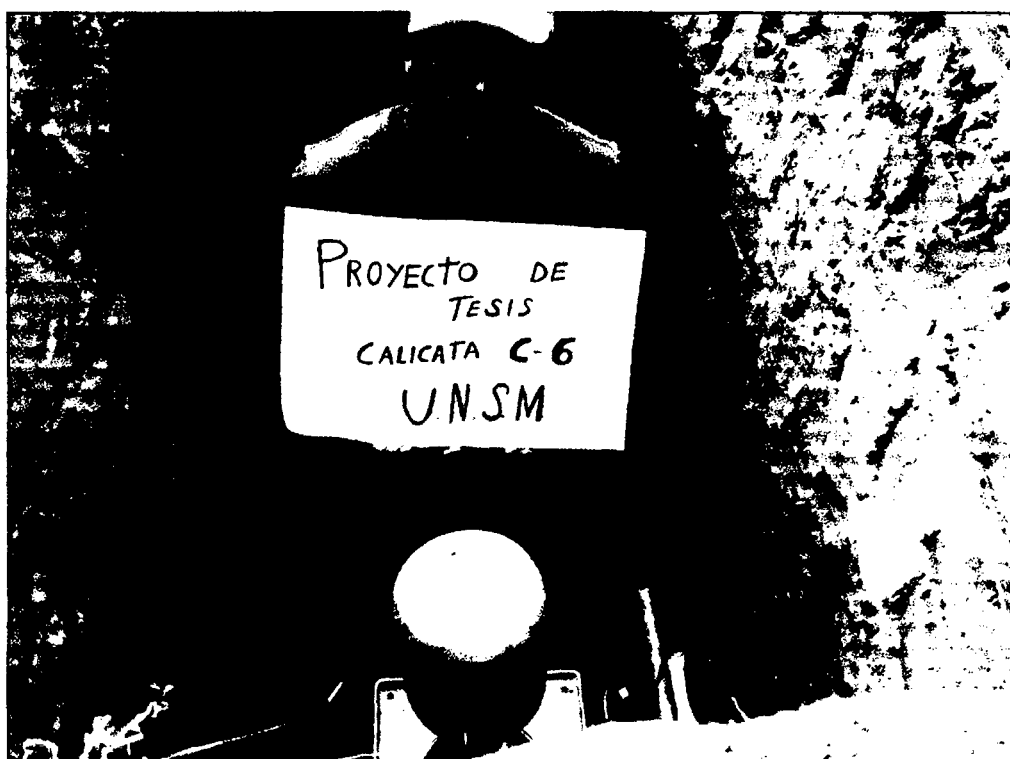


Foto N° 18: Se aprecia corriendo la arena del frasco hacia el hueco excavado de la prueba de densidad en la calicata N°6.



**Foto N° 19:** Se aprecia tomando el peso húmedo de la calicata N°6.



**Foto N° 20:** En la vista se aprecia la excavación y la extracción de las muestras de la calicata N°7



**Foto N° 21:** En la vista se aprecia la extracción de las muestra inalterada de la calicata N°8



**Foto N° 22:** En la vista se aprecia la excavación de la calicata N°9





**Foto N° 23:** En la vista se aprecia la excavación y la extracción de las muestras de la calicata N°10



**Foto N° 24:** En la vista se aprecia la excavación y la extracción de las muestras de la calicata N°11



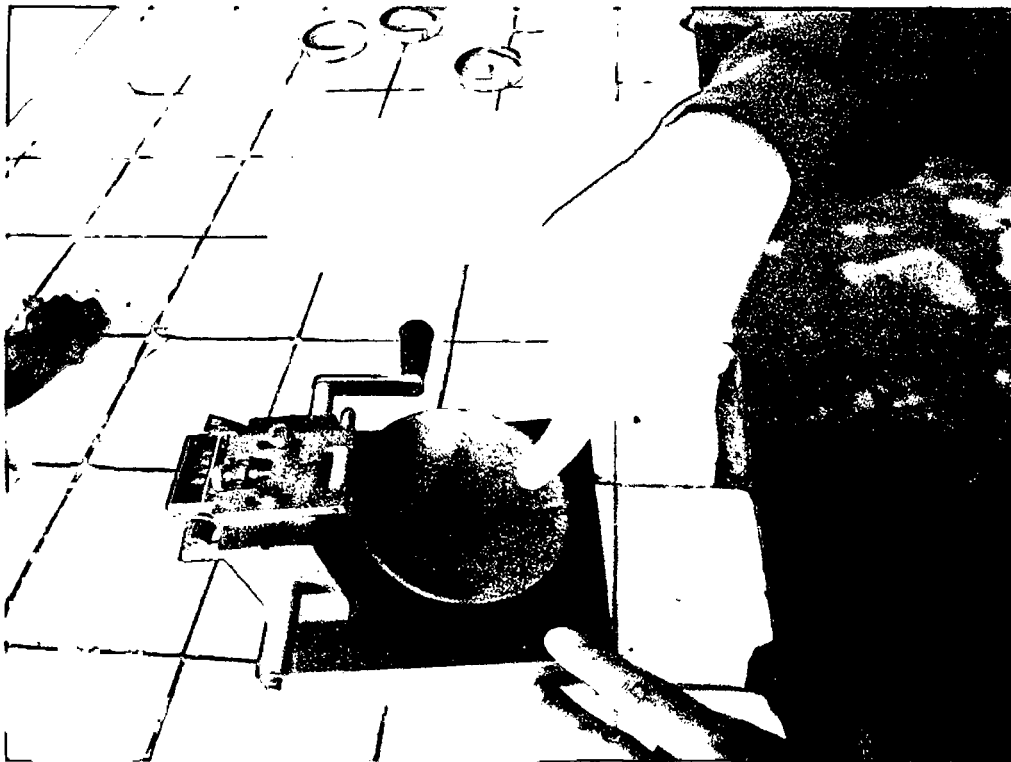
**Foto N° 25:** En la vista se aprecia la excavación de la calicata N°12



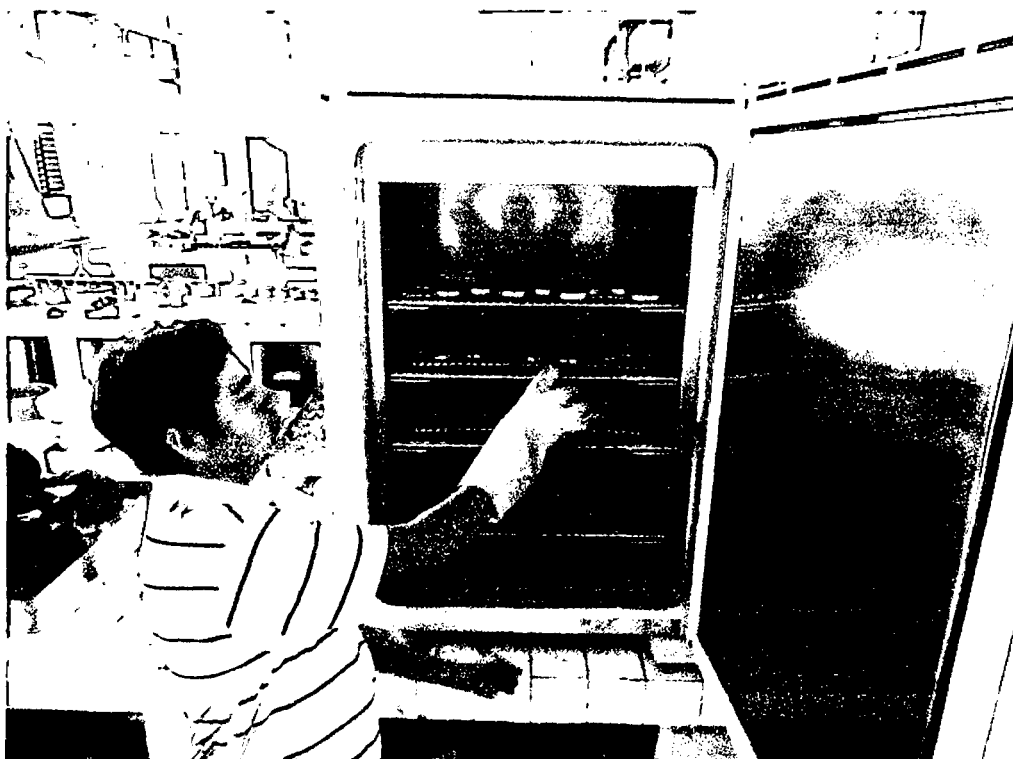
**Foto N° 26:** En la vista se aprecia en el recipiente de porcelana realizando el mezclado del suelo hasta obtener una consistencia uniforme. (Limite Líquido)



**Foto N° 27:** En la vista se aprecia al Tesista realizando la prueba del I número de golpes requerido para cerrar la ranura –patrón en una longitud de 1.3 cm



**Foto N° 28:** En la vista se aprecia al Tesista indicando la ranura cerrada a una longitud de 1.3cm. (Limite Líquido)



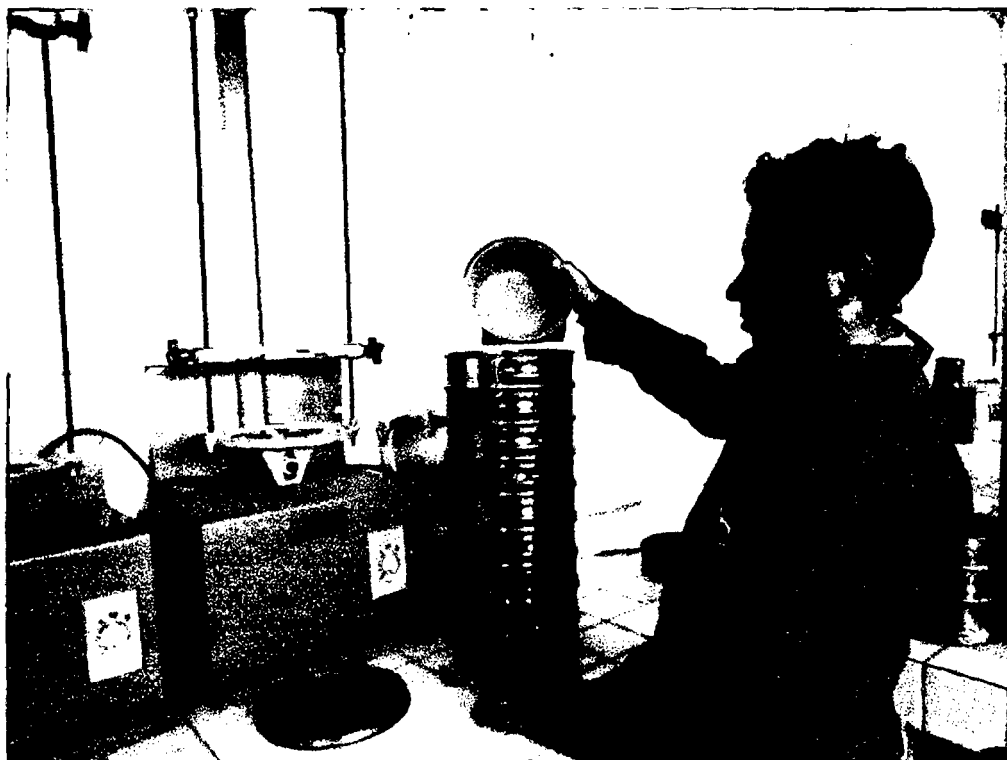
**Foto N° 29:** En la vista se aprecia al Tesista colocando las muestras en el horno para medir el contenido de humedad de las muestras del ensayo de límite líquido y plástico



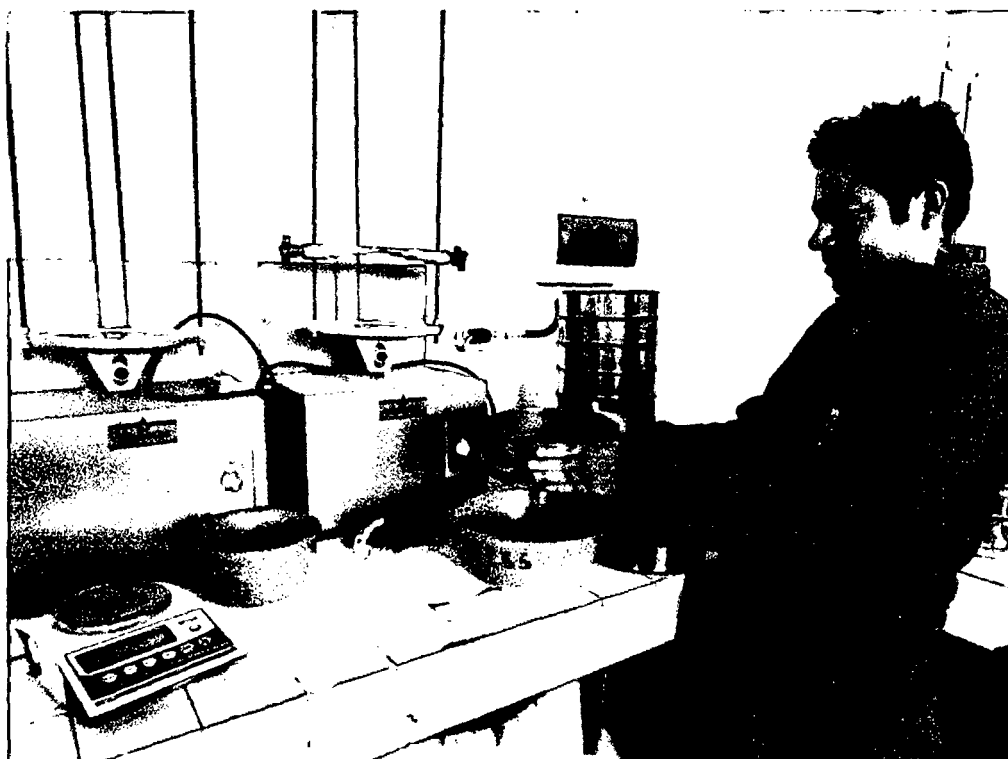
**Foto N° 30:** En la vista se aprecia al Tesista llenando los resultados obtenidos del ensayo.



**Foto N° 31:** En la vista se aprecia al Tesista sobre una placa de vidrio enrollando al suelo con la mano extendida con presión suficiente para moldearlo en forma de cilindro hasta que llegue a un diámetro de 3mm. (Limite Plástico)



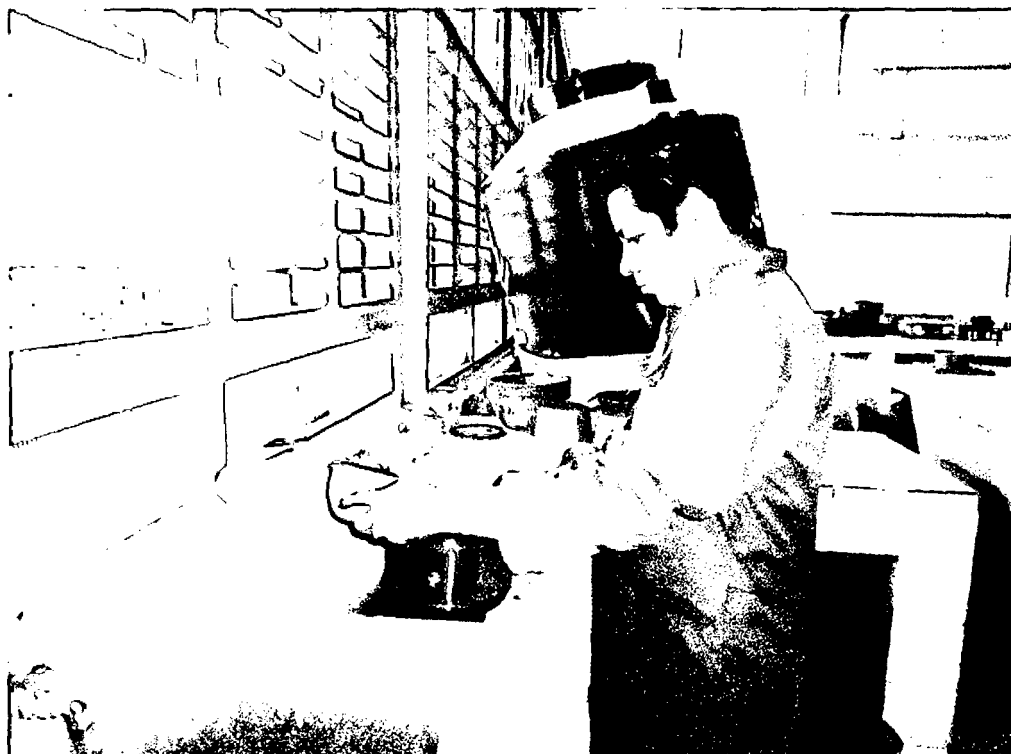
**Foto N° 32:** En la vista se aprecia al Tesista haciendo pasar la muestra por una serie de tamices que varían desde los diámetros mayores hasta los diámetros menores.



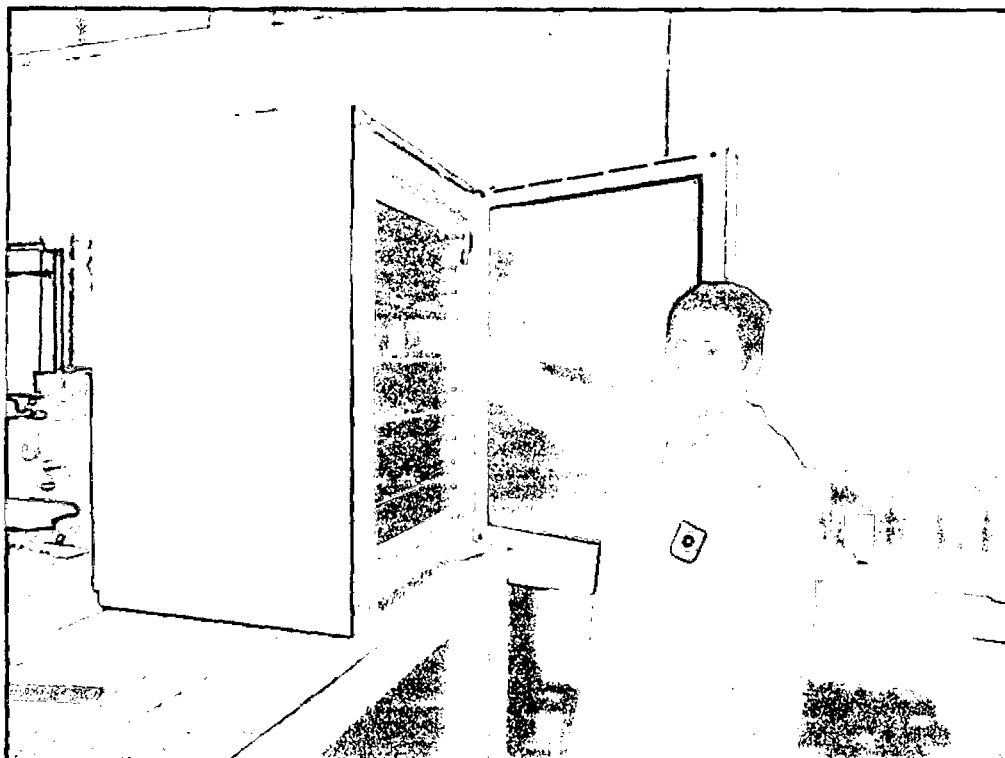
**Foto N° 33:** En la vista se aprecia al Tesista haciendo el tamizado manual por cerca de 10 minutos, la forma de agitación es recomendable en forma alternada no mantener un ritmo fijo durante la agitación. (Análisis Granulométrico)



**Foto N° 34:** En la vista se aprecia al Tesista llenando los datos obtenidos en un formato después de haber realizado el tamizado manual. (Análisis Granulométrico)



**Foto N° 35:** En la vista se aprecia al Tesista lavando al material sobre la malla N°200 utilizando agua común hasta que el agua que pase por el tamiz sea transparente, en este caso ser muy cuidadoso para evitar daños en el tamiz y la pérdida del suelo que eventualmente pueda salpicar fuera del tamiz. (Análisis Granulométrico)



**Foto N° 36:** En la vista se aprecia al Tesista colocando las muestras en el horno para su respectivo secado antes del Análisis Granulométrico.





**Foto N° 37:** En la vista se aprecia al personal técnico que contribuyo realizando los ensayos de Corte Directo en el laboratorio de mecánica de suelos.



**Foto N° 38:** En la vista se aprecia al Tesista realizando el tallado de la muestra inalterada para realizar el ensayo de Corte Directo.



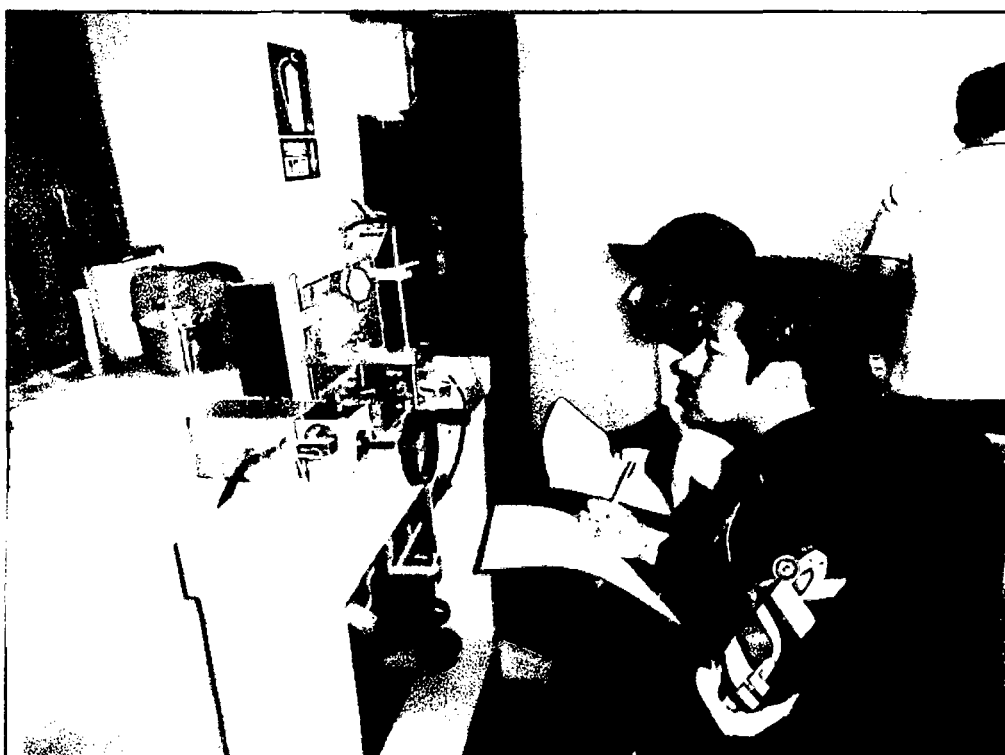
**Foto N° 39:** En la vista se aprecia a la muestra tallada.



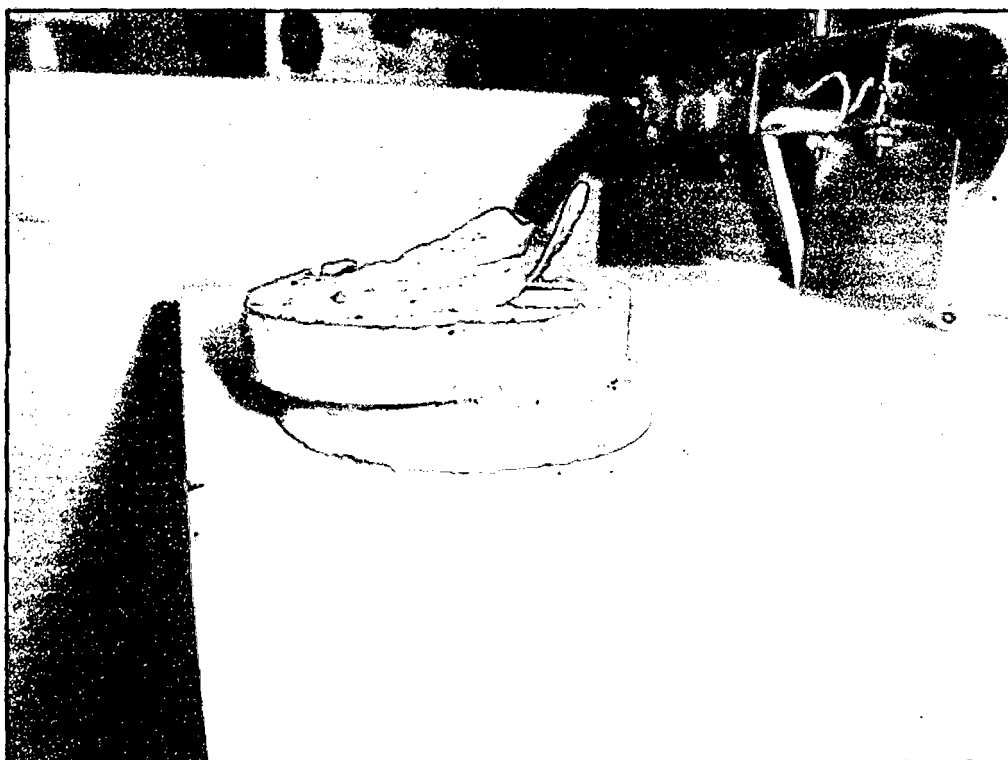
**Foto N° 40:** En la vista se aprecia a la muestra dentro de la caja de corte antes del ensayo.



**Foto N° 41:** En la vista se aprecia al personal técnico nivelando. El brazo de carga antes del ensayo de corte



**Foto N° 42:** En la vista se aprecia al personal técnico y al Tesista realizando las lecturas de carga normal y carga horizontal.



**Foto N° 43:** En la vista se aprecia el esfuerzo de corte en la muestra.